

KAAPeleiden Tiedonhallinnan Kehittäminen Valtionrautateilla

Teknillisen korkeakoulun rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto maanmittaustekniikan laitoksella tehty diplomityö.

Helsinki, toukokuu 1995
tekniikan ylioppilas



Ari Piirainen



Valvoja: apul. prof. Kirsi Artimo
Ohjaaja: DI Seppo Sjöblom

Tekijä ja työn nimi: Ari PiirainenKaapeleiden tiedonhallinnan kehittäminen
Valtionrautateilla**Päivämäärä:** 17.5.1995**Sivumäärä:** 115**Osasto:** Rakennus- ja maanmittaustekniikan
osasto, maanmittaustekniikan laitos**Professuuri:**
Maa-6. Kartografia
Syventymiskohde:
Kartografia**Työn valvoja:** Apul. prof. Kirsi Artimo**Työn ohjaaja:** Di Seppo Sjöblom

Työn tarkoituksena oli kehittää sähkö-, turvalaite- ja tietoliikennekaapeleiden sekä laitteiden atk-avusteista tiedonhallintaa Valtionrautateilla. Työn yhteydessä on luotu järjestelmä, joka sisältää työvälineet ja menetelmät tiedon keräämistä ja atk-avusteista käsittelyä varten. Järjestelmän tavoitteena on käynnistää numeerinen tiedon kerääminen ja tiedon CAD-pohjainen hyödyntäminen. Järjestelmän lisäksi työ sisältää jatkokehitystarpeiden tarkastelua.

Ongelmana kaapelitiedon hallinnassa VR:llä on ollut yhtenäisten työmenetelmien ja ohjeitten puuttuminen. Tiedon kerääminen on tapahtunut karkealla tarkkuudella ja suuri osa tiedosta on jäänyt kokonaan keräämättä. Kerätyn tiedon ylläpito on perustunut graafisiin kaapelikarttoihin. Numeerinen tiedonkäsittely ei ole ollut mahdollista, koska tietoa ei ole kerätty numeerisessa muodossa eikä käytössä ole ollut numeerista tietoa hyödyntäviä sovelluksia.

Nyt laaditun kaapelikartoitusjärjestelmän lähtökohtana on ollut VR:llä käytössä olevat laitteistot, ohjelmistot ja menetelmät. Järjestelmän tiedonkeruussa tuotetaan koodattua koordinaattipohjaista tietoa. Pääasiallisena kartoitusmenetelmänä on takymetri-tallennin yhdistelmällä tapahtuva kartoitus. Toisena kartoitustapana on raideperusteinen kartoitus. Kartoituksista saatava tieto muunnetaan ja muokataan yhtenäiseen koordinaattimuotoon järjestelmän ohjelmilla. Koodatusta koordinaattimuotoisesta tiedosta tuotetaan laaditulla ohjelmalla CAD-kuva. Tuotettua kuvaa tarkastellaan ja editoidaan CAD-ohjelman toiminnoin.

Tiedonhallinnan tulevaisuuden strategiana VR:llä on tietokantapohjainen tiedon käsittely. Tavoitteena on kehittää paikkatietojärjestelmä, jonka yhtenä osa-alueena on johtotietojärjestelmä. Tietokantapohjaisessa tiedon käsittelyssä on monipuoliset tiedon hyödyntämismahdollisuudet.

Jatkokehitystarpeet liittyvät osittain nyt laaditun järjestelmän kehittämiseen ja ylläpitoon sekä johtotietojärjestelmän rakentamiseen. Kaapelitiedonhallinnan kehittämiseen on VR:llä panostettava tulevina vuosina lisää resursseja, jotta nykyinen hajanainen käytäntö saataisiin toimivaksi yhtenäiseksi kaapelitiedon ja edelleen johtotiedon hallintajärjestelmäksi.

Avainsanat: johtotietojärjestelmä, johtotieto,
tietokanta, CAD-pohjainen järjestelmä**Kieli:** suomi

Author and the name of the thesis:

Ari Piirainen

Development of cable data management on Finnish State Railways (VR)

Date: 17.5.1995**Number of pages:** 115**Department:**

Faculty of civil engineering and surveying

Professorship:

Cartography

Special subject:

Cartography

Supervisor: Assoc. Prof. Kirsi Artimo**Instructor:** M.Sc. Seppo Sjöblom

The purpose of this study was to develop a computer-assisted data management system for VR's electric, signalling and telecommunication cables and equipment. The system created in the process of work contains the necessary tools and methods for data collection and computer-assisted data treatment. The aim of the system is to start the collection of digital data and the CAD-based utilization of data. Besides the system, this study contains an examination of the requirements for further development.

Up to now, the problem with VR's cable data management has been the lack of uniform working methods and instructions. Data collection takes place with rough accuracy, and much of the data is not collected at all. The collected data is updated on the basis of graphic cable maps. Digital data processing is not possible, because data is not collected in digital form, and no applications using digital data are available.

The starting point for the cable mapping system now created were the equipment, programs and methods used on VR. The data collection of the system produces coded coordinate-based data. Mapping is mainly carried out using the tachometer-recorder combination. Another method used is track-based mapping. The data produced by mapping is converted into a uniform coordinate form using the programs of the system. The coded data in coordinate form is used to produce a CAD picture by means of a special programme. The picture produced is examined and edited using the operations of the CAD program.

As concerns data management, VR's future strategy is data processing based on databases. The aim is to develop a geographic information system, one of the subareas of which will be a utility information system. The data processing based on databases offers various possibilities for data utilizations.

The need for further development is partly connected with the further development and updating of the system now created, as well as with the preparation of the utility information system. In the coming years, more resources should be allocated to the development of VR's cable data management in order to make the present heterogeneous practices into a well-functioning, homogeneous cable data and, later, a utility information system.

Key words: utility information system, cable data, database, CAD-based system**Language:** Finnish

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Valtionrautateiden Rataosastolla Rataverkon kehittämisyksikössä. Työ liittyy kaapelikarttasovellusprojektiin. Työn tavoitteena on kehittää kaapeleiden tiedonhallintaa Valtionrautateilla.

Työn valmistumiseen osaltaan vaikuttaneet kaapelikarttaprojektissa mukana olleet henkilöt ansaitsevat kiitoksen työtä edistävästä toiminnasta. Projektin johtoryhmän avulla työn suorittamiseen on saatu riittävät taloudelliset ja tekniset resurssit. Projektiryhmän palaverieissa käydyt keskustelut ovat selkeyttäneet kaapelikartoituksen nykytilaa ja laadittavalle järjestelmälle asetettuja vaatimuksia. Kiitokset myös kaikille muille projektin aikana tapaamilleni Valtionrautateiden henkilökuntaan kuuluville, jotka ovat neuvoillaan ja ohjeillaan vaikuttaneet tämän diplomityön tekemiseen.

Erityiset kiitokseni diplomityön valvojalle apul.prof. Kirsi Artimolle työtäni ohjanneista neuvoista. Ohjaajalleni, Di Seppo Sjöblomille, suuret kiitokset työn ohjauksesta ja kannustuksesta, jotka ovat edistäneet diplomityöprojektin läpivientiä.

Helsingissä, toukokuu 1995

Ari Piirainen

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	4
1.1 Käytetyt käsitteet.	5
2 MAANALAISIA JOHTOJA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ	7
3 JOHTOTIETOJEN HALLINTAJÄRJESTELMÄT	8
3.1 Määritelmä	8
3.2 Järjestelmien arkkitehtuuri	8
3.3 Käytännön johtotietojen hallintajärjestelmät	9
3.4 Johtotieto	11
3.5 Tiedonhallinta	12
4 VR:N STRATEGIA TIEDONHALLINNASSA	14
4.1 Nykytila	14
4.2 MIKSO 2-projektin selvitykset.	14
4.3 VRGIS	17
5 KAAPELITIEDON HALLINNAN NYKYTILANNE JA ONGELMAT	19
5.1 Kaapelikarttojen käyttötarve ja ylläpito	20
5.2 Kaapeleiden dokumentointi Sähköasennuskeskuksessa.	21
5.3 Kaapeleiden dokumentointi Joensuun sähköalueella	24
6 SUUNNITTELULLE JA LAADITTAVALLE JÄRJESTELMÄLLE ASETETUT KEHYKSET	25
6.1 Ympäristö ja menetelmät	26
6.2 Käytettävät laitteistot ja ohjelmistot.	26
6.3 Ohjelmointiympäristö.	28
7 LAADITUN JÄRJESTELMÄN YLEISKUVAUS	30
7.1 Järjestelmäkonsepti.	30
7.2 KASO:n sisältö	32
7.3 Käyttäjät	33
7.4 Yleiset rajoitteet	34
7.5 Sovellukseen liittyvät tiedot	34
7.5.1 Tiedonkeruussa tarvittavat tiedot	34
7.5.2 Ohjelmien tarvitsemat tiedot	35
7.5.3 Sovelluksen tuottamat tiedot	36
8 TIEDONKERUU	37
8.1 Yleistä	37
8.2 Kartoituksen valmisteluvaihe	38
8.3 Mitattavat/tallennettavat tunnukset	39
8.3.1 Koodaus	39
8.3.2 Mitattavat tunnukset.	40
8.3.3 Muut talletettavat tunnukset	41
8.4 Mittaustapa	41

10.3.1.2 Tekniset käyttöohjeet ja virhetilanteet	77
10.3.2 Ratkaisumenetelmän kuvaus.	77
10.3.2.1 Ohjelman aloitus	77
10.3.2.2 Varsinainen mallin tuottaminen	77
10.3.3 Ohjelman rakenne	82
11 KAAPELITIEDONHALLINNAN JATKOKEHITYS	83
11.1 Laadittuun järjestelmään liittyvät jatkokehitystarpeet.	83
11.1.1 Järjestelmän käyttöönotto	84
11.1.2 Järjestelmän jatkokehitys	86
11.1.2.1 Järjestelmän tietosisällön kehitys	86
11.1.2.2 Tiedonkeruumenetelmien kehitys	88
11.1.2.3 MicroCADAMiin liittyvät kehitystarpeet	88
11.2 Järjestelmään liittyvien toimintojen jatkokehitys	90
11.2.1 Koodaus	90
11.2.2 MicroCADAMin symbolitaulut	91
11.2.3 Vanhojen kaapelikarttojen numeeristaminen	92
11.3 Johtotietojärjestelmän rakentaminen	94
11.3.1 Tietokanta	96
11.3.1.1 Tietokannan tietosisältö	96
11.3.1.2 Tietokannan tietomallit	97
11.3.1.3 Tietokannan ominaisuudet	98
11.3.2 Hyötytarkastelu	99
11.3.2.1 Johtotietojärjestelmästä aiheutuva hyöty	99
11.3.2.2 Johtotietojärjestelmästä aiheutuvat kustannukset	100
12 YHTEENVETO	102
LÄHDELUETTELO	105
LIITE 1	108
LIITE 2	111
LIITE 3	114
LIITE 4	115

1 JOHDANTO

Diplomityö liittyy Valtionrautateiden Rataosaston Rataverkon kehittämisyksikössä tehtyyn kaapelikarttasovellusprojektiin. Projektissa rakennettiin atk-avusteinen sähkö-, turvalaite- ja tietoliikennekaapeleiden ja laitteiden dokumentointijärjestelmä. Tarkoituksena on tuottaa järjestelmällä tietoa, jota voidaan hyödyntää myöhemmin johtotietojärjestelmässä. Dokumentointijärjestelmän lisäksi diplomityössä tarkastellaan erilaisia johtotietojen hallintajärjestelmien ratkaisuja. Kaapelitietojen hallinta on tarkoitus laajentaa johtotietojärjestelmäksi, jonka avulla voidaan hallita Valtionrautateiden kaikki johdot, kaapeleista viemäreihin. Jatkokehityksen arvioiminen ja suuntaa antava kehitystarpeiden painopisteiden määrittäminen sisältyy tämän diplomityön loppuun.

Diplomityöprojektin käytännön tavoitteena on luoda työohje ja välineet, joilla käynnistetään kaapeleiden reittitiedon numeerinen tuottaminen, atk-avusteinen käsittelyn sekä CAD-kuvan tuottaminen. Kartoitustiedon automaattinen eli ohjelmallinen käsittely on mahdollista vasta kun kartoitustieto on koodatussa numeerisessa muodossa. Tavoitteena on kaapelitiedon siirtäminen numeerisessa muodossa tiedon tuottajilta sen ylläpitäjille ja käyttäjille. Pyrkimyksenä on ottaa askel kohti johtotietojärjestelmää käytettävissä olevien laitteistojen tai korkeintaan pienten hankintojen avulla.

Projektiin sisältyy kartoituksissa käytettävä ohjeisto, jossa annetaan kaapeleiden kartoittajille perusteet kartoituksien suorittamista varten. Kartoitustiedon käsittely ja CAD-kuvan tuottaminen tapahtuu projektissa laadittujen ohjelmien avulla. Kaapelitiedon kerääminen, käsittely ja tulostaminen tapahtuu laaditun sovelluksen antamin menetelmin. Sovelluksen käyttäjinä tulevat olemaan kartoittajat ja piirtäjät Valtionrautateiden Hyvinkään sähköasennuskeskuksessa, joka toimii koko rataverkon alueella sekä seitsemällä sähköalueella.

Laaditun sovelluksen laiteympäristö on Sähköasennuskeskuksen sähkölaitosryhmässä käytössä oleva laitteisto. Maastotyöasemana on Geoditec Oy:n edustama Geodimeter-kalusto, jossa on takymetri ja maastotallennin tarvittavine

laitteineen. Käytössä on Toshiba T4600 kannettava räkällä varustettu mikro. CAD-ohjelmana on Valtionrautateilla yleinen MicroCADAM-ohjelma.

MicroCADAM ei ole paras mahdollinen CAD-ohjelma kartantuotannossa, koska MicroCADAMissa ei voida käyttää rasterimuotoisia pohjakarttoja taustalla. Ohjelmassa ei ole riittäviä rasterimuotoisen pohjakartan käsittelytyökaluja. Ohjelman valinta sovelluksen CAD-ohjelmaksi johtuu MicroCADAMin käytöstä Valtionrautateilla muissa yhteyksissä. MicroCADAMilla on tehty raide- ja sähköistyskuvia, joita voidaan käyttää kaapelikarttojen pohjana. Ohjelma on Sähköasennuskeskuksen lisäksi käytössä Joensuun, Seinäjoen ja Tampereen sähköalueilla.

Sovelluksen ohjelmat on tehty Valtionrautateiden Rataosastolla annettujen ohjelmointikehysten puitteissa. Ohjelmoinnissa on käytetty Fortran ohjelmointikieltä. Fortranin käyttö perustuu valmiiden ratateknisessä laskennassa käytettävien fortran-kielisten ohjelmamodulien käyttöön. Usein toistuvat rutiinit hoidetaan modulien avulla, jolloin ohjelmoija voi keskittyä suoraan oman ongelmansa ratkaisemiseen. Sovelluksen käyttöliittymä on toteutettu valikko-ohjelmalla, joka on asennettu lähes kaikkiin Rataosastolla oleviin mikroihin. Sovellusta varten on laadittu omat valikot ja valintojen sisältämät toiminnot.

1.1 Käytetyt käsitteet

SIJAINNITTIETO

Kohteen geometrisen yksilötyypin ja sijaintia osoittavien koordinaattitietojen sekä topologiatietojen muodostama kokonaisuus. /12/

OMINAISUUSTIETO

Kohteen yksilöivää, ajoittavaa ja kuvailevaa ominaisuustietoa. /12/

PAIKKATIETO

Kohdetta tai ilmiötä kuvaavien sijainti-, ominaisuus- ja yhteystietojen muodostama tietokokonaisuus sekä tietojen laatua koskevat tiedot. /12/

PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄ

Tietojärjestelmä, jolla käsitellään paikkatietoja. /12/

RATAGEOMETRIATIETO

Ratageometriatieto koostuu raide-elementeistä, joita ovat: suoria, kaaria ja siirtymäkaaria (klotoidi ja 4. asteen paraabeli). Elementeistä esitetään elementin alku- ja loppupisteen koordinaatit sekä muotoa kuvaavia parametrejä.

VRPK

Valtionrautateiden pääkonttori.

RTO

Rataosasto

RKY

Rataverkon kehittämissyksikkö

SAKE

Sähköasennuskeskus

2 MAANALAISIA JOHTOJA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Maanalaisten johtojen ja tilojen kartoitusta sekä esittämisestä erityismaastokartoilla ei ole vielä järjestetty yksiselitteisesti lainsäädännössä. Ympäristöministeriön asettamassa johtokarttatyöryhmässä on laadittu keväällä 1989 johtokarttalaki- ja asetusehdotus, mutta lainsäädäntötyö on jäänyt kesken. Johtokarttatyöryhmän laatima raportti, laki- ja asetusehdotuksineen on hyvä pitää ohjeellisena johtotietojen hallintaa järjestettäessä.

Työryhmän esityksen mukaan vastuu johtojen kartoittamisesta kuuluu omistajalle. Johtojen omistajan velvollisuutena on sijaintitietopalvelun järjestäminen. Jokaisella olisi oikeus saada käyttöönsä sijaintitiedon dokumentteja, hyväksyttävässä toiminnassa, ellei kohteisiin liity salassapitovelvollisuuksia. Lakiehdotuksessa säädetään rakennustöitä suorittavien tahojen johtojen sijainnin selonottovelvollisuudesta. /20/

Varsinaisia johtokarttoja käsitteleviä määräyksiä löytyy muiden lakien yhteydestä. Tällaisia lakeja ovat /4/:

- laki kiinteän omaisuuden ja erityisten oikeuksien lunastamisesta (603/77)
- rakennuslaki 133§
- lennätinlaki (150/19)
- naapuruussuhdelaki (26/20)
- vesilaki (264/61)
- maakaasuasetus (194/80)
- sähkölaki (319/74)
- kaavoitusmittausasetus (483/82)
- teletoimintalaki (183/87)
- teletoiminta-asetus (374/87)

3 JOHTOTIETOJEN HALLINTAJÄRJESTELMÄT

3.1 Määritelmä

Johtotietojen hallintajärjestelmät voivat olla atk-avusteisia, manuaalisia tai niiden välimuotoja. Tiedonhallinnan lähtökohtana on johtoja ylläpitävien laitosten velvollisuus dokumentoida omat johtonsa. Dokumentointi velvollisuuden ohella tavoitteena on luoda perusta johtoverkon tiedonhallinnalle käyttöön, kunnossapitoon, suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvissä tehtävissä /8/. Johtotietojen hallintajärjestelmien tietosisältöön kuuluvat kohteen sijainti- ja ominaisuustiedot.

Pelkkä tiedon kerääminen ja tallettaminen erilaisiin tietovarastoihin ei luo tiedon hallintajärjestelmää. Hallintajärjestelmästä voidaan puhua vasta kun tiedon käyttö ja hallinta järjestetään palvelemaan tiedon käyttäjiä. Manuaalisissa järjestelmissä tiedon käyttö voi tapahtua erilaisten järjestettyjen kortistojen ja karttojen kautta. Tiedon hallinnassa käytetään nykyään yhä useammin apuna atk-avusteisia tiedonhallintaohjelmia. Atk-avusteisesta johtotietojen hallintajärjestelmästä käytetään nimitystä johtotietojärjestelmä.

3.2 Järjestelmien arkkitehtuuri

Johtotietojärjestelmä voi olla integroitu osaksi suurempaa paikkatietojärjestelmää tai omana järjestelmänään. Suuren paikkatietojärjestelmän osa-alueet käyttävät samoja tietokantapohjaisia tietovarastoja ja tehdyt muutokset tietosisältöön ovat suoraan kaikkien käytössä, käyttöoikeuksien rajoissa. Osa-alueina tai omina paikkatietojärjestelminään olevat järjestelmät voidaan ryhmitellä tietosisällön ja toiminnan perusteella esim. johtotietojärjestelmiin, kiinteistötietojärjestelmiin, liikennetietojärjestelmiin, jne. /15/. Yleensä markkinoilta ei löydy tarpeita vastaavaa täysin valmista ja kaiken kattavaa paikkatietojärjestelmää. Järjestelmän rakentaminen perustuu enemmän tai vähemmän valmiiden ja räätälöityjen osajärjestelmien käyttöön.

Kehitettäessä johtotietojärjestelmää erillisenä paikkatietojärjestelmänä, täytyy integrointi mahdollisuudet organisaation muihin tietojärjestelmiin ottaa huomioon. Integroinnin avulla vältetään päällekkäisen tiedon varastoinnilta. Siksi tietojärjestelmät olisi syytä suunnitella jo alkuvaiheessa käyttämään hyväksi toistensa tietokantoja. Eri tietojärjestelmien tietokannat saadaan yhdistettyä integroivalla tietojärjestelmällä. Integroiva tietojärjestelmä sisältää tietohakemiston, jonka avulla tarvittavat tiedot haetaan oikeasta tietokannasta. Integroiva tietojärjestelmä voi myös ylläpitää tietokantaa, johon tietojärjestelmien tietokantojen tiedot siirretään./7/

3.3 Käytännön johtotietojen hallintajärjestelmät

Käytössä olevat johtotietojen hallintajärjestelmät voidaan jakaa kolmeen ryhmään /16/:

1. ***Johtotietojärjestelmät***, joissa ylläpidetään sijainti- ja ominaisuustietoa. Järjestelmiin sisältyy tiedon käsittelyyn soveltuvia sovelluksia.
2. ***Atk-avusteiset karttaohjelmat***, joilla voidaan ylläpitää numeerista aineistoa. Ohjelmat voivat sisältää, joitakin yksinkertaisia tiedon käsittelytoimintoja. Yleensä ohjelmat ovat CAD-pohjaisia.
3. ***Manuaaliset järjestelmät***, jotka perustuvat paperi- tai muovikarttojen ja kortistojen ylläpitoon. Ylläpito tapahtuu perinteisin menetelmin piirtämällä.

Johtotietojärjestelmien käyttö on lisääntynyt eri yhteisöissä viime vuosien aikana. Järjestelmän käyttöönotto on osoittautunut useiden vuosien prosessiksi. Tiedonkeruuvaihe sekä organisaation toimintatavan määrittäminen ja muuttaminen järjestelmän hyödyntämiseksi vaatii useiden vuosien työpanoksen. Johtotietojärjestelmiä on käytössä suurimmissa kaupungeissa ja esim. Imatran Voima Oy:llä, jonka johtoverkko on koko valtakunnan kattava. Verkostojen ylläpitoon tarkoitettuja järjestelmiä on markkinoilla useita. Järjestelmiä on kuitenkin räätälöitävä vastaa-

maan omia tarpeita.

Atk-avusteisen karttaohjelman avulla ylläpidettävä karttajärjestelmä on usein vain välivaihe siirryttäessä kohti johtotietojärjestelmiä /16/. Karttajärjestelmillä käsitellään numeerisessa muodossa olevaa koodattua sijaintitietoa. Tieto kerätään numeerisin menetelmin ja tietoa säilytetään myöhempää käyttöä varten.

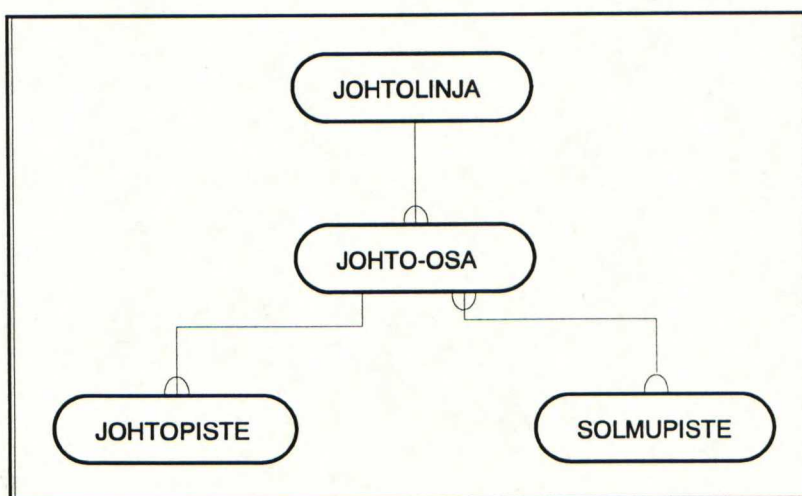
Atk-avusteisia karttaohjelmia käytetään silloin, kun laitoksella tai yhteisöllä on käytössä CAD-ohjelmia ja numeerisen tiedon keruumenetelmiä, mutta varsinaista johtotietojärjestelmää ei syystä tai toisesta haluta hankkia. Resurssien tarve voidaan katsoa hyötyä suuremmaksi. Esimerkkinä CAD-pohjaisesta johtokartasta on Veitsiluoto Oy:n Oulun paperitehtaan alueelta laadittu johtokartta. Paperitehtaan rakentamisen yhteydessä on lähes kaikki rakennetut johdot kartoitettu takymetrikalustolla. Johtojen koodatun numeerisen sijaintitiedon avulla alueelta laadittiin JCAD-ohjelmalla johtokartat, johon digitoitiin myös vanhojen johtokarttojen tiedot. Työ tuli valmiiksi 1991 eli samana vuonna, kun paperitehdas käynnistyi. Tietoja on edelleen pidetty yllä CAD-ohjelmalla. Myös tässä diplomityöprojektissa on laadittu CAD-pohjainen kaapelitiedon dokumentointijärjestelmä.

Manuaaliset järjestelmät ovat yleisiä maaseudun pienissä taajamissa ja laitoksissa. Järjestelmille asetetut vaatimukset ovat pienemmät, koska myös maaseudun maankäytölliset paineet ja johtoverkostot ovat pienempiä. Atk-tekniset resurssit voivat olla heikompia niin osaamisen kuin laitteistojenkin osalta.

VR:n Joensuun sähköalueella on toimiva manuaalinen järjestelmä. Järjestelmä ei ole puhtaasti manuaalinen, koska yksittäisissä toiminnoissa on käytetty tietotekniikkaa apuna. Kortistointi on hoidettu K-mies perusteisella hakukortistolla ja piirtämisen apuvälineenä on käytetty MicroCADAM-ohjelmaa. Kuitenkaan numeerista koordinaattipohjaista tiedonkäsittelyä ei ole tapahtunut.

3.4 Johtotieto

Johtotietorakenteet muodostuvat piste ja viiva tyyppisistä geometrisistä elementeistä. Pisteet ja viivat ovat johtoverkon perusalkioita. Aluekäsitettä ei tarvita verkon rakenteen kuvaamisessa vaan lähinnä alueellisten hakujen suorittamisessa. Useimmat johtorakenteet voidaan esittää pistemäisinä kohteina. Yksittäinen johto muodostuu viivoista, joiden alku- ja loppupisteet tunnetaan. Johdot yhdistyvät johtojen haarautumiskohdissa olevien solmujen välityksellä topologiseksi hierarkiseksi verkoksi. Verkko koostuu johtolinjoista ja johtolinjat johto-osista. Johto-osat koostuvat johtopisteistä ja liittyvät toisiin johto-osiin solmupisteiden avulla. Johtoverkon topologia voidaan kuvata johtoverkon rakenteellisten osien relaatioilla. Verkosta muodostetaan topologinen malli, jonka täytyy olla yksikäsitteinen, kaikki olennaiset relaatiot esittävä. Mallissa on oltava kaikki ne tietotyypit, joihin liittyy ominaisuustietoa. Tietorakenteen on kuvattava kaikki keskeiset käsitteet, kuten eri yksilöt ja niiden yhteydet. Johtoverkon topologian perusyksiköitten eli johto-osien, johtopisteiden, johtosolmujen ja johtolinjojen rakenne ja yhteydet on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Johtoverkon topologinen rakenne /14/.

Ominaisuustieto voidaan jakaa yksittäisiä kohteita kuvaaviin ja kohde ryhmiä kuvaaviin ominaisuustietoihin. Johtoverkon solmukohdat ovat verkon risteys- ja epäjatkuvuuskohtia. Solmukohdat ovat ominaisuustietojen kannalta merkittäviä kohteita, koska niissä kohdissa ominaisuustiedot usein muuttuvat /2/. Ominaisuus-

tiedot ovat kohteen yksilöiviä, paikantavia, ajoittavia ja kuvailevia tietoja /15/. Yleisimpiä johdoista talletettavia teknisiä ominaisuustietoja ovat kohteiden laatua, lajia ja tyyppiä kuvaavat tiedot. Kohteiden määrälliset ominaisuudet ja vapaat resurssit on hyvä kuvata mm. alitusputkien osalta. Rakentamisesta on hyvä tallettaa rakentamisajankohta ja rakentamisessa käytetyt normaalista poikkeavat toimenpiteet.

3.5 Tiedonhallinta

Tiedon tallennusrakenteita ovat yksinkertainen peräkkäistiedosto, linkitetty lista ja hajautettu rakenne. Peräkkäistiedostoissa tiedot on järjestetty vakionmittaisiin tietueisiin tai tietueet on erotettu jollakin sovitulla merkillä esim. rivinvaihdolla. Peräkkäistiedostoja käytetään pienimuotoisissa kohteissa ja tiedonsiirrossa mm. takymetrissä. Haittana peräkkäistiedostoille on niiden hidas käyttö, koska hakutilanteessa tiedosto joudutaan käymään läpi peräkkäin.

Linkitettyssä listassa tietueet voivat olla vaihtuvanmittaisia. Tietueissa on linkki seuraavaan ja mahdollisesti myös edelliseen tietueeseen. Linkitetty lista on käytännössä peräkkäisrakennetta nopeampi. Linkitettyjä listoja käytetään mm. CAD-ohjelmissa.

Hajautetussa rakenteessa tieto tietueen paikasta saadaan hakuavaimella. Hajautettu rakenne vaatii indeksien ylläpitämistä. Haku indeksillä on nopeaa, koska luettavaa on vähän ja haussa voidaan käyttää erilaisia hakumenetelmiä. Hajautettu rakenne on käytössä relaatiotietokannoissa.

Johtotietojärjestelmien tiedonhallinta voi olla joko tiedosto- tai tietokantapohjainen. Tiedostopohjaisessa ratkaisussa tietorakenteet ovat sovelluskohtaisia eli sovelluksen on tunnettava käytetty tallennusrakenne. Tiedot on hyvä ryhmitellä alueellisesti omiin tiedostoihin, koska tiedon käsittely sopivissa palasissa on helpompaa ja nopeampaa. Tiedon alueellisessa ryhmittelyssä kohdataan ongelmia alueiden rajapintojen esityksessä. Tiedostopohjaisissa ratkaisuissa sijaintitieto ja ominaisuustieto ovat eri paikoissa. Tiedostojen varmistamiseksi varmuuskopiot

voidaan ottaa haluttaessa vain muuttuneiden tiedostojen osalta. Suorituskyky tiedostopohjaisissa ratkaisuissa on tavallisesti suurempi kuin tietokantaratkaisuissa. /5/

Suurimpana haittana tiedostopohjaisessa ratkaisussa on se, että tiedonhallinta on sovelluskohtaista ja usein ohjelmoitava itse. Ellei tiedonhallintaa järjestetä on vaarana sekava tilanne tiedon käytössä. Tiedot voivat olla päällekkäisiä, epäjärjestyksellisiä ja hajallaan eri tiedostoissa. Tietoihin on vaikea päästä käsiksi ja tietojen päivityksen, suojauksen sekä eheyden järjestäminen on vaikeaa. /5/

Tietokantapohjaisessa ratkaisussa tietokannan kontrollointi tapahtuu keskitetysti tiedonhallintajärjestelmällä. Varsinaisen johtotietojärjestelmän ohjelmiston ei tällöin tarvitse tuntea tiedon tallennusrakennetta. Tietokannan tiedonhallintajärjestelmän avulla tietoa jaetaan käyttäjille. Järjestelmä on työkaluna uusien sovelluksien luotaessa. SQL-tietokannat ovat valmiita tuotteita ja yhteensopivia SQL-tietokantapohjaisten sovellusten kanssa. Tietojen haku ja päivitys toimii SQL-tietokannoissa standardoidulla tavalla. Tiedon päivitystapahtumat välittyvät kaikkiin samaan kohdettuun kuvaaviin tietoihin. Tietoaineisto on riippumaton sovelluksista ja siinä on vähemmän päällekkäisyyttä kuin tiedostopohjaisessa ratkaisussa. Tietomäärä kasvaa yleensä suureksi, mutta tiedon käyttö eri sovelluksissa on kuitenkin helpompaa. /5/ /3/

Haittana tietokannoissa on niiden suorituskyvyn riittämättömyys. Suorituskykyä saadaan parannettua sovelluksen järkevällä toteutuksella. Tietokantajärjestelmät ovat kalliita ja monimutkaisia. Järjestelmien riskit ovat keskitettyjä. Jos järjestelmän kaikki tieto sijaitsee fyysisesti samassa paikassa voi kaikki myös hävitä kerralla. Riskiä voidaan pienentää järjestämällä tehokas tiedonvarmistus menettely. /5/ /3/

4 VR:N STRATEGIA TIEDONHALLINNASSA

4.1 Nykytila

VR:n atk-avusteinen tiedonkäsittely on perustunut erillisten sovelluskohtaisten tietojen käyttöön. Eri organisaatioyksiköissä ja eri henkilöiden käytössä toimiviin sovelluksiin tarpeelliset tiedot on usein jouduttu keräämään muista olemassaolevista tietovarastoista. Tiedonhallinta on perustunut tietoa tuottavien henkilöiden hallitsemiin tietovarastoihin ja tiedon kopiointiin eri systeemien välillä. Kopioidun tiedon käyttö on ongelmallista tilanteissa, joissa alkuperäiseen tietoon joudutaan tekemään päivityksiä. Alkuperäisen tietovaraston päivityksissä tehdyt muutokset eivät välity kopioituihin tietoihin. Kopioidun tiedon voidaan sanoa alkaneen "elämään omaa elämäänsä". Yhteisten tietovarastojen käyttö ja tiedon hakujärjestelmä vähentäisi em. kaltaisten tilanteiden kehittymistä.

4.2 MIKSO 2-projektin selvitykset

Tämän kappale on laadittu VR:llä tehdyn MIKSO 2-projektin tuottamien asiakirjojen pohjalta. Lyhenne MIKSO 2 tarkoittaa mikrotietokoneilla käytettävien sovellusten jatkokehittämistä.

MIKSO 2-projektin tarkoituksena on ollut määritellä Rto:n mikrosovellusten kehittämishankkeen jatkovaihe ja sen suoritus. MIKSO 2 oli jatkoprojekti päättyneeseen MIKSO-projektiin, jossa on kartoitettu osaston yhteiskäytössä olevat sovellukset, niiden nykytila sekä kehittämistarpeiden ja ongelmien pohjalta tulevaisuuden tavoitetila. Projektissa on tehty yhteenveto, jossa läpikäytyjen sovelluksien avulla on muodostettu pohja tulevaisuuden laitteisto- ja tuotevalinnoille sekä itse sovellusten tekniselle toteutukselle.

MIKSO 2-projektissa on tehty käyttäjiä koskevia valintoja, mm. tietovarastojen hajautuksessa. Projektin johtoryhmän päätöksellä on sitouduttu noudattamaan

tehtyjä ratkaisuja.

MIKSO 2-projekti on tuottanut seuraavat selvitykset:

- yksittäisten sovellusten tietovarastot, niiden sijainti (hajautus), volyymit ja tietovirtamatriisit
- tietovarastojen kohdemallit
- kaikkien sovellusten tietovirtamatriisi
- suositus tietokanta-arkkitehtuurista
- suositus tietoliikennearkkitehtuurista

MIKSO 2-projektissa tuotetut selvitykset koskevat myös johtotietoja. Käsitemalleissa ja tietuekuvien tietoluetteloissa käsitellään vaihteen sähkökääntölaitetta ja opastimia, jarrupaino-opastimia sekä tasoristeysten turvalaitteita. Pylväitä, risteäviä kaapeleita sekä sähkölaitteita yleensä käsitellään jopa omissa malleissaan. Esimerkkinä kuvassa 2. on esitetty sähkölaitteiden laitetietoluettelotaulu ja kuvassa 3. sähkölaitteen käsitemalli.

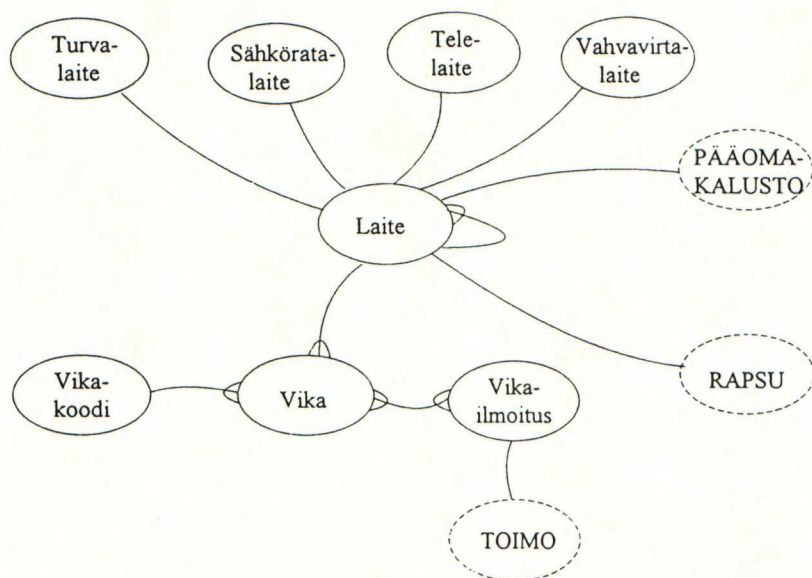
MIKSO2 /SÄHKÖLAITE- JA VIKAREKISTERI /TIETOLUETTELOT					
LAITE-TIETOLUETTELO					
Nro	Positiot	Pituus	Muoto	Tieto	Malli
1				Laitenumero	
2				Laiteryhmä	
3				Sijointus(paikka)	
4				Valmistaja	
5				Malli	
6				Mallinnumero	
7				Käyttöönottopvm	
8				Toimittaja	
9				Piirustusnumero	
10				Laitenimi	
11				Liittyy laitteeseen	
12				Tila	
13				Selite	

Kuva 2. Sähkölaitteen laite-tietoluettelo (MIKSO 2-projekti).

MIKSO 2

SÄHKÖLAITE

KÄSITEMALLI



14.6.1994 P.T.

Kuva 3. Sähkölaitteen käsittemalli (MIKSO 2-projekti).

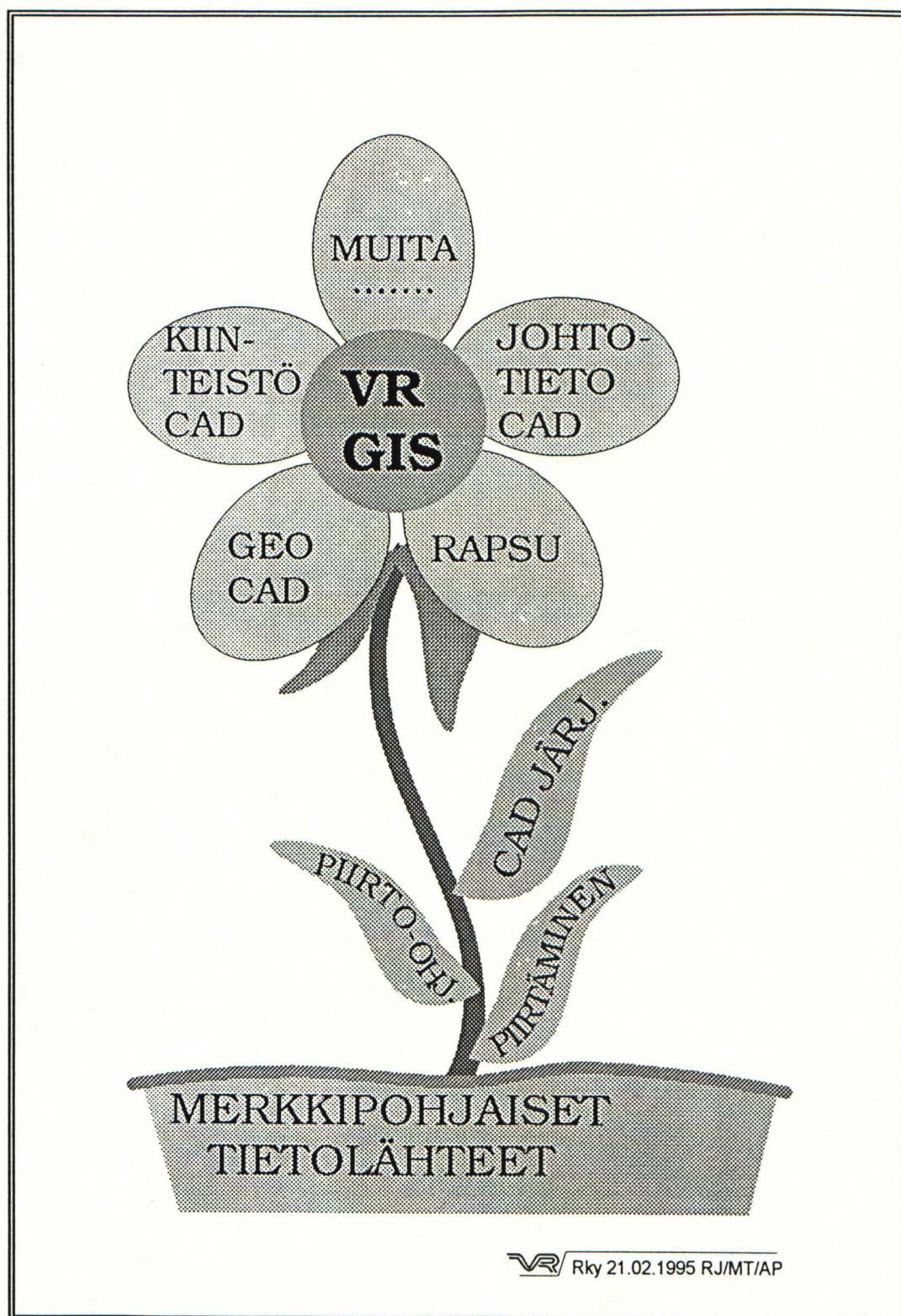
Muita kuin kaapeleihin liittyviä laitteita ei selvityksessä ole käsitelty. Johtotietoja varten MIKSO 2-projektin mukaisia käsitelmalleja ja tietoluetteloita on laajennettava johtotietojärjestelmän rakentamisen yhteydessä. Verkkojen esittämiseksi on laadittava omat käsitelmallit ja tietoluettelot.

Projektissa suositellaan tietokanta-arkkitehtuuriksi tietokantapalvelintekniikkaa. Tietokantaohjelma sijaitsee tällöin serverissä. Käyttäjän tietokone "kertoo" serverin tietokantaohjelmalle mitä tietoja halutaan käyttää ja tietokantaohjelma toimittaa vain halutut tiedot. Tällöin vältetään turhalta tiedonsiirrolta eli linjaliikenne vähenee huomattavasti.

Tietokantastrategiana VR:llä on loogisesti keskitetty, eheä tietovarasto, joka kuvaa tarpeellisten reaalimaailman ilmiöitten tiedot. Koko organisaation yhteinen tietovarasto koostuu fyysisesti hajautetuista paikallisista tietokannoista. Fyysinen hajauttaminen vähentää linjaliikennettä, koska tiedot sijaitsevat lähellä tiedon pääasiallisia käyttäjiä.

4.3 VRGIS

VR:n tiedonhallintajärjestelmän kehittämisen on oltava tasapainossa mahdollisuuksien, tarpeiden, resurssien ja tulosten suhteen. Nykyisen tietojärjestelmän rakentaminen on perustunut yksittäisten työtehtävien suorittamisen onnistumiseen. Tulevaisuudessa tietojärjestelmiä pyritään kehittämään kohti kokonaisvaltaista tiedonhallintaa. Kokonaisvaltainen tiedonhallinta voidaan järjestää koko rataverkon toimintoihin hallitsevalla paikkatietojärjestelmällä, VRGIS:llä (kuva 4.). GIS (Geographic Information System) ei ole VR:lle niinkään atk-teknisesti eikä kustannuksiltaan ongelmallinen, vaan lähinnä organisaation muutostarpeen vuoksi. Koko organisaation toimintatapa on muutettava GIS:n ympärille.



Kuva 4. VRGIS.

GIS:n ominaisuuksien on tuettava VR:n liiketoimintaa. VRGIS:n ensisijaisia tavoitteita ovat /17/:

- Järjestelmän on tarjottava paikkatietopohjaisen tiedonhallinnan palvelut käytettäville sovelluksille
- palvelujen tarjonta on tapahduttava yleiskäyttöisen rajapinnan esim. SQL/GEO-SQL kautta
- paikkatietohakemisto sovellusten sisäisistä ja yleisesti tarjolla olevista aineistoista
- karttakäyttöliittymä
- sovellusten sisäisten paikkatietoratkaisujen ja aineistojen yhdistäminen yhteisiksi palveluiksi
- rajapinta valtakunnalliseen paikkatietojen yhteiskäyttöön.

VR:n paikkatietojärjestelmän rakentaminen tapahtuu pienempien osajärjestelmien kautta, koska markkinoilla ei ole olemassa valmista VR:n tarpeita vastaavaa järjestelmää. Kaiken kattavan VRGIS:n rakentaminen tapahtuu siis väijäämättä pienempien osajärjestelmien kautta. Tällöin myös riskitekijöiden hallintakyky on parempi.

5 KAAPELITIEDON HALLINNAN NYKYTILANNE JA ONGELMAT

Kaapeleiden dokumentoiminen on sujunut Valtionrautateilla vaihtelevalla menestyksellä. Tieto sijainnista on liian usein jäänyt vain asennuksia johtavien ja suorittavien henkilöiden muistitiedon varaan, ominaisuustiedoista puhumattakaan. Johtojen omistajalla on periaatteellisella tasolla velvollisuus tietää johtojensa

sijainti, vaikka laki ei vielä siihen velvoitakaan lain keskeneräisestä säätämistyöstä johtuen.

Kaapeleiden tiedonkeruuta suorittavat Hyvinkään sähköasennuskeskus, sähköalueet sekä rata-alueen mittauksista vastaavat tahot. Sähköasennuskeskus suorittaa asentamiensa kaapeleiden ja niihin liittyvien rakenteiden dokumentointia. Sähköalueiden tehtävänä on alueensa kaapelien reittitiedon dokumentoinnin ylläpito. Rata-alueen mittausryhmät kartoittavat kaikenlaista johtotietoa rakennustoiminnan yhteydessä. Mittauksia suorittavilla tahoilla ei ole ollut yhteistä mittauksissa noudatettavaa ohjeistoa. Rata-alueen mittausryhmillä ei ole riittävää kaapeleiden rakenteiden tuntemusta, kun vastaavasti sähköalan henkilöstöllä ei ole riittävää mittausteknistä koulutusta. Mittaus on usein suoritettu karkealla tarkkuudella mittanauhaa käyttäen.

5.1 Kaapelikarttojen käyttötarve ja ylläpito

Nykytilanteen selvittämiseksi suoritettiin kysely nykyisten kaapelikarttojen käyttäjien ja ylläpitäjien keskuudessa. Kysely suoritettiin kirjallisena kesän 1994 aikana. Kyselyssä käytetty lomake on liitteessä 1. Kyselylomake lähetettiin jokaiselle sähköalueelle sekä satunnaisesti valituille suunnittelijoille sähköyksiköön ja SAKE:en. Vastauksia saatiin yhteensä 9 kappaletta. 2 Sähköyksiköstä, 2 SAKE:sta ja 5 sähköalueilta. Sähköalueista kyselyyn vastasi Joensuu, Kouvola, Pieksämäki, Seinäjoki ja Tampere. Kyselyn toissijaisena tavoitteena oli informoida kaapelikarttojen kanssa tekemisissä olevia tahoja karttoitusjärjestelmän suunnittelutyöstä.

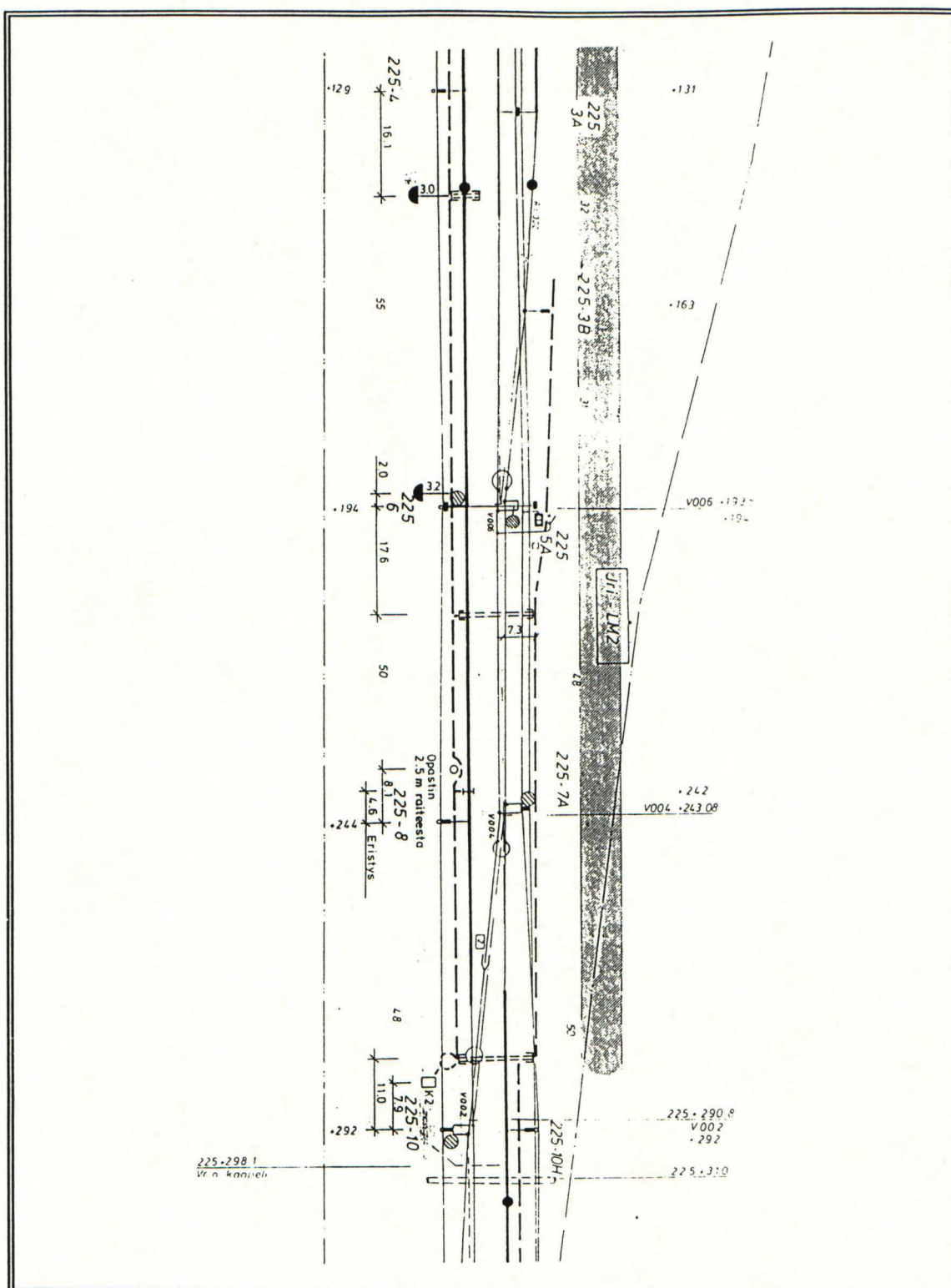
Kyselyn perusteella tehdyn yhteenvedon mukaan voidaan todeta, että kaapelikarttojen ylläpidon kattavuudessa on puutteita. Kaapelikarttojen ylläpito tapahtuu pelkästään käsin piirtämällä. CAD-ohjelmia käytetään vain uudisrakentamisen suunnittelukuvien tuottamisessa. Kaapelikarttojen yleisimpinä pohja-aineistona näyttää olevan sähköistyskuvat. Sähköistyskuvissa on esitetty radan sähköistykseen tarvittavat pylvää ja ajojohto.

Tiedonkeruu paljastui erittäin epämääräiseksi. Sijaintitiedon saantikanavina on jopa eri henkilöiden muistinvarainen ja suullinen tieto. Tiedon kerääjillä ei ole kartoitusteknistä osaamista, joten tiedon tarkkuus vaihtelee erittäin paljon nykyisissä kaapelikartoissa. Kartoilla esitetään kaapelit ja kaapeleihin liittyvät laitteistot. Kaapeleiden ominaisuuksista esitetään lähinnä vain kaapeleiden tyypit.

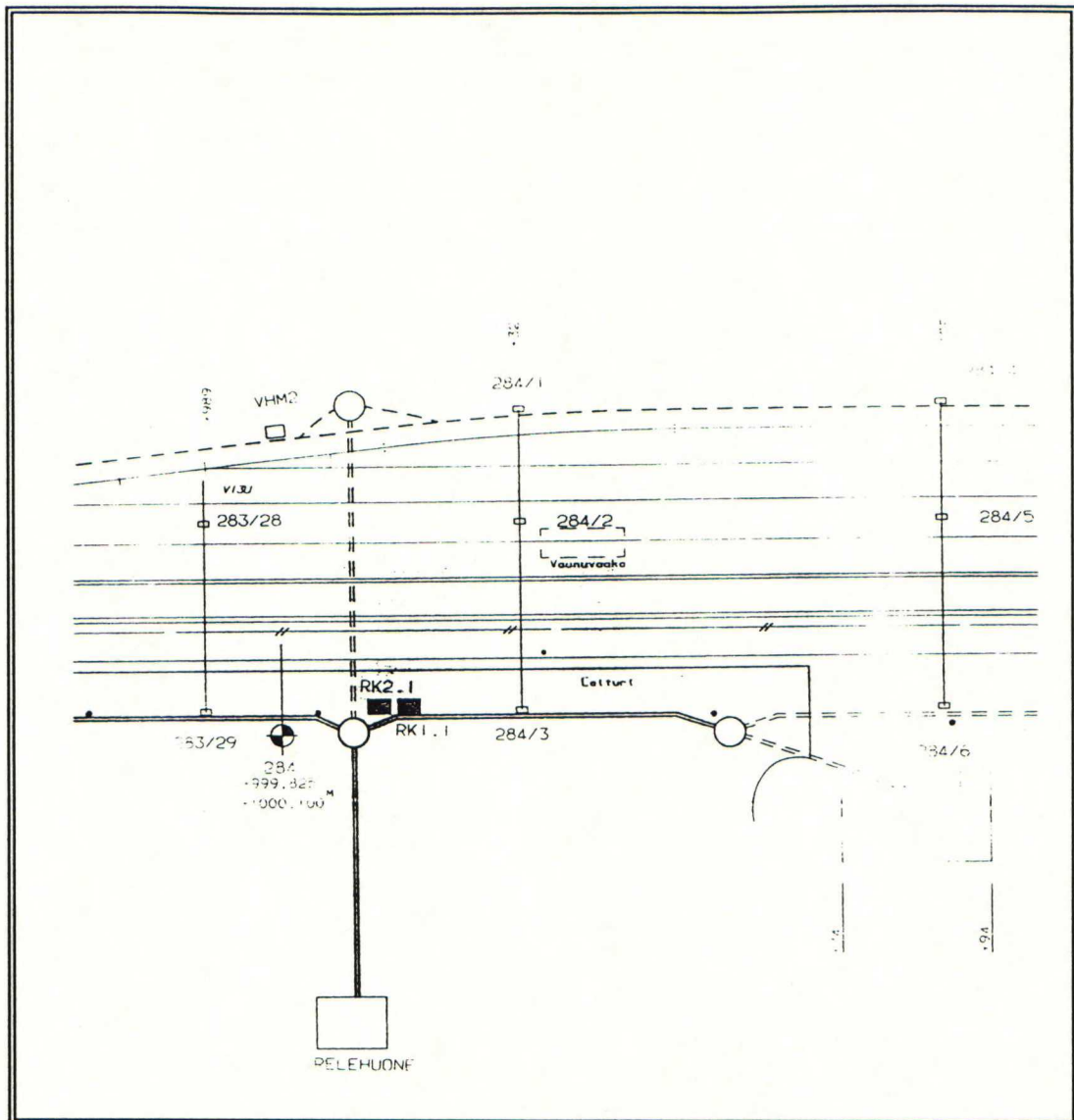
Kyselyssä tiedusteltiin suunniteltavalle järjestelmälle esitettäviä toiveita. Sijaintitarkkuustarpeet vaihtelivat tasotarkkuuden osalta 10 cm:stä 1 m:iin ja korkeustarkkuuden osalta 5 cm:stä 1 m:iin. Vahvavirtasuunnittelulle, sähköratojen sijoitus suunnittelulle ja asetinlaitesuunnittelulle riitti kaikkein epätarkin sijaintitieto. Yleisenä mittakaavatarpeena tiedon esittämisessä on ratapihoilla 1:500 ja linjoilla 1:1000. Kyselyn mukaan kaapelitiedon pohjaelementtinä olisi hyvä olla maastossa näkyvät sijainnin orientoinnin kannalta kiinteät kohteet. Tällä hetkellä parhaiten saatavissa olevia numeerisia pohjakarttatietoja on ratalinja ja sähköistyksen rakenteet.

5.2 Kaapeleiden dokumentointi Sähköasennuskeskuksessa

VR:n Hyvinkään Sähköasennuskeskuksessa on pyritty uusien kaapeleiden rakennustöiden yhteydessä kartoittamaan niiden sijainti. Kartoitus on tehty sähköistys suunnittelun tuottamien kuvien pohjalle, jos kuvat on olemassa. Mittaukset on sidottu sähköratapylväisiin ja raiteisiin tai muihin sähköistyskuvilla näkyviin kohteisiin. Sähköistyskuvat ovat numeerisessa muodossa CADAM-kuvina. Kartoitetut kohteet on piirretty sähköistyskuvapohjalle, maastossa mittausten perusteella piirretystä mittapiirroksesta. Kuvissa 5. ja 6. on esitetty sähköistyskuvapohjalle piirrettyjä kaapelikarttoja.



Kuva 5. Kaapeloinnin reittikuva sähköistyskuvapohjalla.



Kuva 6. Kaapelointi sähköistyskuvapohjalla.

Sähköistyskuvien puuttuessa kartoituksien pohjana on voitu käyttää ratapihakarttoja. Ratapihakartoilla esitetään esim. kaupunkien tuottamilla pohjakartoilla ratapihan raiteistot. Ratapihakarttojen mittakaava vaihtelee 1 : 500 - 4000 välillä eikä karttoja ole päivitetty niiden valmistamisen jälkeen /11/. Pohjana on voitu käyttää jopa 1 : 20 000 peruskarttaa. Kaapelitieto on piirretty käsin kartan muovikopiolle.

Sähköasennuskeskuksessa kaapeleiden sijaintitietona tuotetut paperikartta dokumentit on luovutettu edelleen kartan sijaintialueen sähköalueelle, koska Sähköasennuskeskuksessa ei ole karttojen säilytysarkistoja. Rataverkko on jaettu tällä

hetkellä seitsemään sähköalueeseen. Sähköalueilla säilytetään oman alueen karttoja sekä suoritetaan tiedon ylläpitämistä.

5.3 Kaapeleiden dokumentointi Joensuun sähköalueella

Sähköalueilla sijaintitiedon kanssa työskentelevällä henkilöstöllä ei ole yhteisiä ohjeita tiedon säilyttämisestä eikä ylläpitämisestä. Laitteistot vaihtelevat piirustus-pöydästä CAD-työasemaan. CAD-ohjelmia ei kuitenkaan käytetä kaapeleiden sijaintidokumenttien tuottamiseen. CAD-ohjelmat ovat lähinnä suunnittelun apuvälineitä.

VR:n Joensuun sähköalueella on käytössä MicroCADAM-ohjelma, jota on käytetty uudisrakentamisen suunnittelussa. Suunnittelun pohjana on voitu käyttää rata-geometriasta tuotettuja CADAM-malleja. Piirturina on Hewlett Packard DraftMaster II kynäpiirturi. Laitteistoa ja MicroCADAM-ohjelmaa ollaan juuri uusimassa. Joensuun alueelle on juuri rakennettu toimiva Token Ring -verkko.

Tiedonkeruu on tapahtunut mittanauhaa käyttäen. Mittaus on sidottu raiteen keskilinjaan ja maastossa näkyviin referenssipisteisiin. Joensuusta etelään päin on käytetty referensseinä sähköratarakenteita. Sähkörata päättyy Joensuuhun, joten Joensuun pohjoispuolella on referenssipisteinä käytetty mm. rakennuksia. Kartoituksen yhteydessä kohteista on piirretty mittapiirros ilman mittakaavaa. Kartoituksia suorittavat asentajat asennuksien yhteydessä sekä sähköpiirtäjän koulutuksen saanut piirtäjä jälkikäteen.

Mittausten perusteella sähköpiirtäjä piirtää kaapelireitit paperi- tai muovipohjille. Piirtäminen tapahtuu käsin. Pohjina piirtämisessä käytetään pääsääntöisesti sähköistyskuvia. Kuvien arkistolla on oma atk-avusteinen K-MIES perusteinen hakukortisto. Kun pohjakuvia ei ole saatavissa, kaapeleista piirretään mittakaavatomat kaaviokuvat.

Joensuun sähköalueella on toteutettu yhteistyöprojekteja, joissa VR:n alueelle on asennettu Telen tai yksityisten puhelinlaitosten kaapeleita. Kaapelit on asennettu

VR:n kaapeleiden aurauskalustolla. Tällöin VR on saanut veloituksetta käyttöönsä esim. valokaapelin kuituja. Yhteistyöprojekteissa on myös kaapeleiden kartoitus-työ voitu suorittaa kaupungin ja VR:n yhteistyönä. VR:n osuutena on ollut turvamiehen järjestäminen radalla tapahtuvassa mittauksessa. Kartoitus on tapahtunut suorakulmaisesti monikulmiopisteitä käyttäen. Kaupunki käyttää kartoituksissa saatuja tietoja omassa johtotietojärjestelmässään ja luovuttaa tekemänsä dokumentit yhteistyöprojektin kohteena olleista kaapeleista myös sähköalueelle.

/1/

6 SUUNNITTELULLE JA LAADITTAVALLE JÄRJESTELMÄLLE ASETETUT KEHYKSET

VR:n kaapeleiden tiedonhallinta tulee myöhemmin perustumaan kaikki johdot käsittävään johtotietojärjestelmään. Johtotietojärjestelmän rakentaminen on useita vuosia kestävä prosessi, joka vaatii organisaation toimintatavan muutoksen mahdollisimman suuren hyödyn saavuttamiseksi. Tästä johtuen VR:n Rataosastolla käynnistettiin kaapelikarttasovellus-projekti KASO, jonka tavoitteena on kaapeleiden numeerisen reittitiedon tuottamisen ohjaus sekä numeerisen tiedon CAD-pohjainen käsittely. Projekti alkoi kesäkuun 1994 alussa ja päättyi tammi-kuussa 1995. Projekti on toteutettu diplomityönä. Diplomityöntekijä on ollut projektin ainoa kokopäiväinen työntekijä. Diplomityöntekijän apuna on ollut projektiryhmä sekä VR:n erikoisasiantuntijoita. Johtotietojärjestelmän rakentamisen selvittäminen alkaa vuonna 1995 eli samaan aikaan kun nyt laadittava järjestelmä otetaan käyttöön.

Tavoitteena on, että jo ennen johtotietojärjestelmän hankintaa kaapelitiedon käsittelyssä siirrytään numeeriseen atk-avusteiseen tiedonhallintaan. Pyrkimyksenä on kerätä kartoituksista saatava tieto numeerisessa muodossa. Koodatun numeerisen sijaintitiedon kerääminen ja tallettaminen mahdollistavat tiedon tehokkaan käytön. Tietoa tullaan käyttämään myös hankittavassa johtotietojärjestelmässä.

Laadittavan järjestelmän laitteistoympäristö sekä työmenetelmät on pääosin VR:llä käytössä olevia menetelmiä soveltavia. Tiedonkeruussa käytetään nykyisiä kartoitustapoja, mutta kartoituksia varten on laadittava ohjeisto, jota noudatetaan maastotöissä. Järjestelmän on tukeuduttava käytössä oleviin laitteistoihin ja ohjelmistoihin. Hankinnoilta ei voida välttyä kokonaan, jolloin hankinnat perustuvat nykyisiin laitteistoihin ja ohjelmistoihin.

Järjestelmään kehitetään eri kartoitusmenetelmillä tuotettujen aineistojen käsittelyohjelmat. Käsittelyssä kartoitetut tiedot muokataan samaan koordinaattimuodossa olevaan formaattiin. Käsittelyohjelmien lisäksi järjestelmään laaditaan ohjelma CAD-kuvan tuottamista varten.

6.1 Ympäristö ja menetelmät

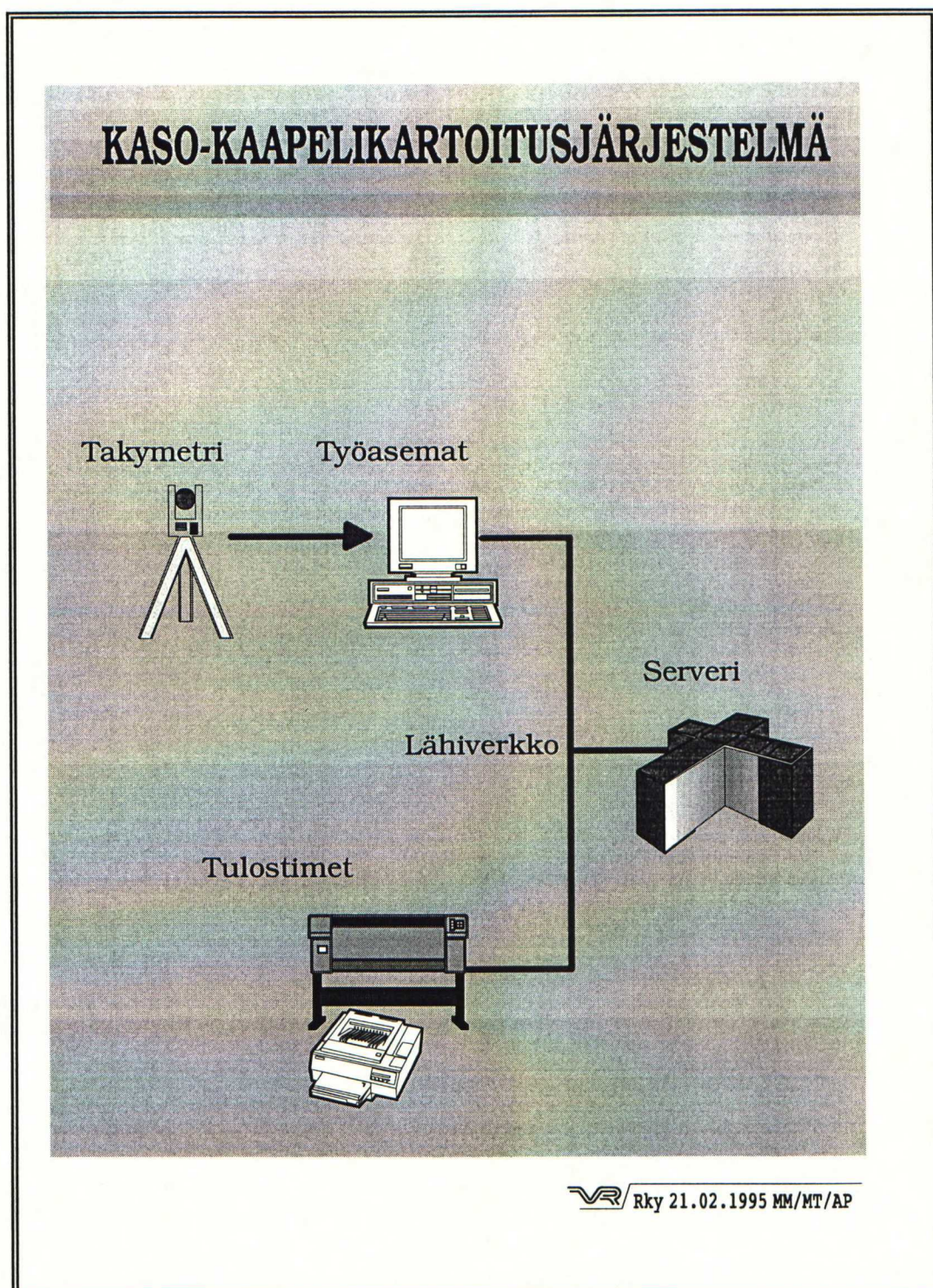
Kartoitustiedon käsittelyn ja CAD-ohjelman on toimittava mikrotietokoneympäristössä. Järjestelmän tulee hyödyntää VRPK:n lähiverkon serveriä. Käytettävä serveriresurssi on verkkolaskennassa käytettävä \\vrdata3\rtolask-niminen resurssi. Resurssissa sijaitsevat ratateknisen laskennan ajettavat ohjelmat ja laskennassa käytettävät tiedostot.

Järjestelmän tiedonkeruu tulee perustua pääasiassa takymetrin ja maastotallentimen käyttöön. Takymetrin ja maastotallentimen käyttö on ratapuolen mittausryhmien normaali työväline, mutta kaapelikartoitus on perustunut lähinnä mittanauhan käyttöön. Toissijaisena tiedonkeruumenetelmänä on edelleen mittanauhalla tapahtuva raiteeseen nähden suorakulmainen kartoitus. Mittanauhakartoitus on mahdollinen pitkillä ratalinjoilla raiteesta vakioetäisyydelle auratun kaapelin ja sen laitteiden kartoittamisessa.

6.2 Käytettävät laitteistot ja ohjelmistot

Sovelluksen käyttölaitteistona on Sähköasennuskeskuksen sähkölaitosryhmässä käytössä olevat laitteistot. Maastotyöasemana on Geoditec Oy:n edustama

Geodimeter System 500 -sarjan kalusto. Kalustoon kuuluu takymetri ja maastotalennin tarvittavine laitteineen. Takymetrissä on 16 merkin nelirivinen alfanumeerinen näyttö ja ascii-muotoisen tiedon syöttömahdollisuus.



Kuva 7. KASOn laiteympäristö.

Käytössä on Toshiba T4600 kannettava Desk Station IV telakalla varustettu mikro. Mikrossa on Intel 33 MHz 486 SL-prosessori, keskusmuistia 8 Mb ja 320 Mb:n kovalevy sekä 3,5" levyasema. Sovelluksen laiteympäristö on esitetty kuvassa 7.

CAD-ohjelmana on VR:llä yleinen MicroCADAM r14. CADAMin filosofiassa kuvia eli piirustuksia kutsutaan CAD-malleiksi /4/. Malleissa voi olla 999 detail-sivua, joista VR:llä on käytössä 63. Detail-sivulla voidaan esittää, jokin mallilla usein esiintyvä detalji ja kopioida tätä detaljia mallin pääsivulle. Mallilla olevia geometrisiä elementtejä voidaan yhdistää setteillä. Sama kohde voi kuulua useaan settiin, eikä settien määrällä ole rajoituksia. Lisäksi kohteisiin voidaan liittää attribuuttitietoa. Attribuutteja voi olla rajaton määrä, mutta yhteen attribuuttiin mahtuu enintään 72 merkkiä. Malleja voidaan yhdistää emomallin avulla, jolloin päästään ns. overlay-rakenteeseen. Overlay-rakenne vastaa CAD-ohjelmien yleistä taso-ominaisuutta. Emomalliin voi liittyä 128 mallia.

MicroCADAMia käytetään mm. sähköistyskuvien tuottamisessa. Numeerisessa muodossa olevia sähköistyskuvia voidaan hyödyntää kaapelikarttojen pohjana. MicroCADAM vaatii käytettävältä mikrolta vähintään 386-prosessorin ja 8 Mb:n keskusmuistin.

6.3 Ohjelmointiympäristö

Ohjelmointi tapahtuu Rto:n verkkoympäristössä. Sovellusohjelmien teko ja ylläpito hoidetaan VRPK:n lähiverkkoon asennetuilla ohjelmointityökaluilla. Ohjelmointityökaluina on MicroSoftin Fortran-kääntäjä versio 5.1 ja Watcomin Fortran 9.0 sekä Watcomin C. Watcomin kääntäjät ovat tulleet MicroCADAMin tarpeita varten. Ohjelmoinnissa käytetään pääsääntöisesti Fortran ohjelmointikieltä. Watcomin C on olemassa erikoistapauksia varten. Lisäksi ohjelmoinnissa voidaan käyttää basic-kielisiä ohjelmia. Basic-kielen ohjelmointityökalut ovat mikrokohtaisia eivätkä sijaitse verkossa.

Ohjelmointi perustuu valmiiden ratageometrian ja CAD-mallien tuottamiseen tarkoitettujen kirjastojen käyttöön. Kirjastojen rutiineilla hallitaan suurin osa mallien tuottamiseen ja ratageometriaan liittyvistä perustehtävistä. Sovelluksien laatijat voivat tällöin keskittyä suoraan omaan sovellukseensa. Varsinkin CAD-sovelluksissa kirjastojen käytöstä on havaittu olevan suurta hyötyä. Laadituista sovelluksista saadaan tuote- ja versioriippumattomia. /19/

Ohjelmoinnin hakemistorakenteena käytetään VR:n keskuskoneella olevaa periaatetta. Ohjelmointiin liittyvät tiedostot sijoitetaan omiin ohjelmoinnin kannalta samantyyppisiin hakemistoihin. Tiedostojen hakemistoja ovat:

- lähdekoodit
- ajettavat ohjelmatiedostot
- include-lauseella lähdekoodiin lisättävät vakio-osat
- kääntämistä ohjaavat make-tiedostot
- linkkausta ohjaavat link-tiedostot
- käännöksen listaukset
- toteutettavat ohjelmakoodit
- kirjastot, tuotteen tarvitsemat rutiinit, omat ratageometriaan sekä CAD-tuotteeseen liittyvät rutiinit jne.

Fortran ohjelmien ajaminen tapahtuu lähtöarvotiedoston avulla. Ohjelman käynnistyksen ja ajon aikana ei ohjelmalle saa antaa parametreina mitään tietoa. Ohjelma lukee kaiken tarvitsemansa tiedon lähtöarvotiedostosta. Lähtöarvotiedostosta käytetään nimitystä ajolomake. Ajolomakkeeseen kirjataan ajoaikaisten tarpeellisten tiedostojen nimet, ratateknisen laskennan tarvitsemat parametrit, tulostusta ohjaavat parametrit jne. Jokaisella sovelluksella on oma lomakeformaattinsa.

7 LAADITUN JÄRJESTELMÄN YLEISKUVAUS

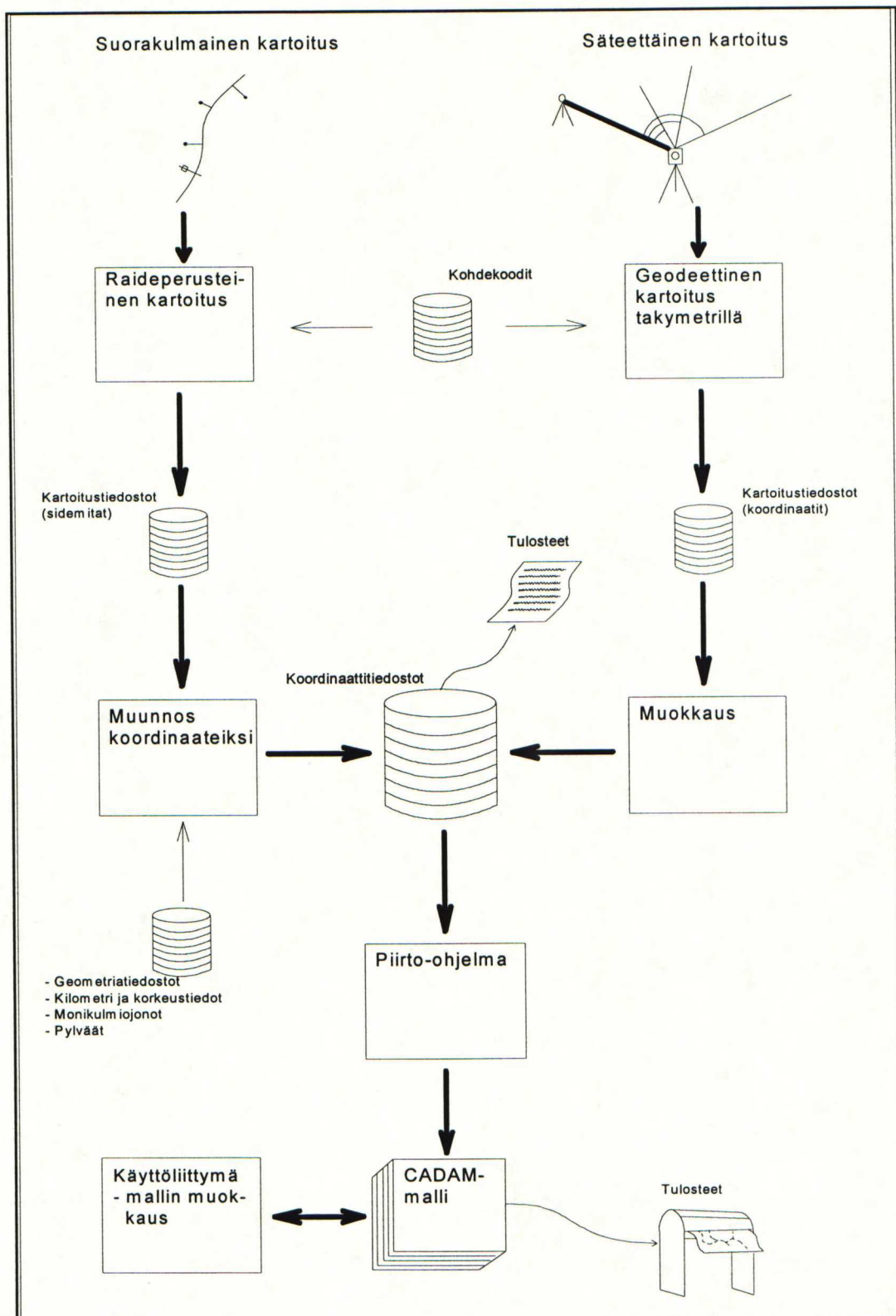
7.1 Järjestelmäkonsepti

VR:llä käytössä olevalla takymetripohjaisella kartoitusmenetelmällä saadaan koodattu numeerinen sijaintitieto geodeettisessa referenssijärjestelmässä. Raideperusteinen suorakulmainen kartoitus voidaan muuntaa takymetrikartoituksen kanssa samaan geodeettiseen referenssijärjestelmään ratateknisen laskennan avulla. Koordinaattimuodossa olevaa käsiteltyä sijaintitietoa voidaan käyttää automaattiseen CAD-kuvan tuottamiseen. Kaapelikarttasovellus eli KASO mahdollistaa kaapeleiden CAD-kuvien automaattisen tuottamisen. KASOssa on kartoitusohjeet maastotyötä varten, takymetrikartoituksen ja suorakulmaisen raideperusteisen kartoituksen käsittelyohjelmat sekä mallin tuottamisohjelma. Tarkoituksena on tuottaa kartoituksen lopputuotteena koodattu sijaintitietoaineisto ja edelleen käytettävissä olevalla MicroCADAM-ohjelmalla kaapelien reittimalli. Kuvassa 8. on esitetty laaditun järjestelmän järjestelmäkuvaus. MicroCADAM-maailmassa näyttöruudulta tarkasteltavista kuvista käytetään nimitystä malli. KASO antaa mahdollisuuden kaapeleiden sijaintitiedon dokumentoinnin lisäksi tiedon tarkkaan hallintaan.

Geodeettiseen referenssijärjestelmään sidottu sijaintitietoaineisto ei edellytä minkään fyysisen referenssikohteen säilymistä. Tieto sijainnista säilyy, vaikka ympäristö muuttuisikin. Sijaintitietoaineisto on liitântäkelpoista muilla menetelmillä samassa referenssijärjestelmässä tuotettuihin aineistoihin. KASO ei sulje pois VR:llä yleistä luonnollisten referenssipisteiden käyttöä, vaan tuo lisäominaisuuden niiden rinnalle. Koordinaattiaineisto voidaan projisoida ratageometriaan ratateknisen laskennan avulla aina tarpeen vaatiessa.

KASO on suunniteltu kaapelireittien sijainnin dokumentoimiseen. Reittitiedon dokumentteja voidaan edelleen käyttää suunnittelussa ja kunnossapidossa. Sovelluksen suunnittelussa on keskitytty lähinnä Hyvinkään sähköasennuskeskuksen eli SAKE:n tarpeisiin unohtamatta sähköalueitten vaatimuksia. Ensivaiheessa sovellus

otetaan käyttöön SAKE:ssa ja myöhemmin sähköalueille.



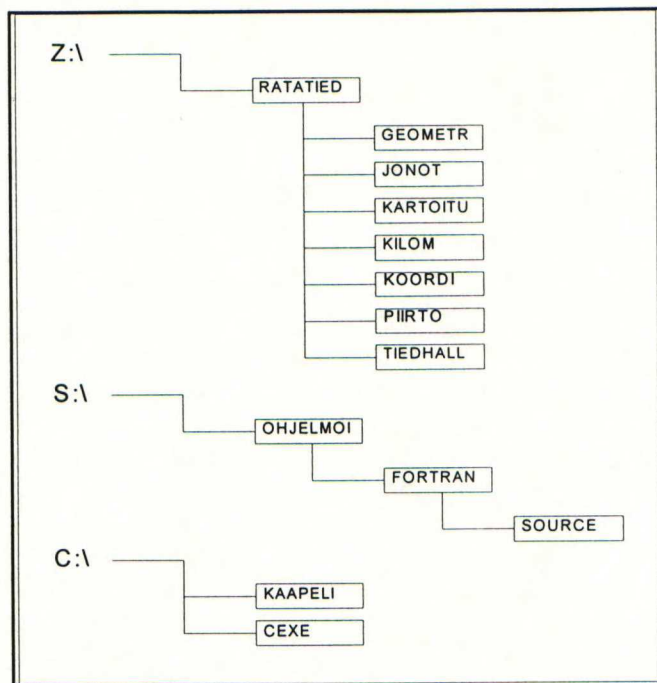
Kuva 8. Järjestelmäkuvaus.

7.2 KASO:n sisältö

KASOon sisältyy tiedonkeruussa käytettävä ohjeisto sekä useita ohjelmia, joita käytetään sovelluksen käyttöliittymän kautta. Käyttöliittymänä on rataosastolla käytössä oleva menu-järjestelmä. Sovelluksen käyttäjä valitsee menuvalikosta haluamansa toiminnon. Valintojen sisällä on eri ohjelmien käynnistyskäskyt, joten käyttäjän ei välttämättä tarvitse tietää ohjelmien ajotiedostojen nimiä eikä sijaintia.

Kaapelikarttasovelluksen ohjelmien fortran-kieliset kooditiedostot on sijoitettu rataosaston verkko-ohjelmointiympäristöön \\vrdata3\rtoadmin-nimiseen resurssiin hakemistopolkuun \ohjelmoi\fortran\source. Basic-kieliset kooditiedostot ja kaikki ajettavat ohjelmat sijaitsevat verkkolaskentaympäristön \\vrdata3\rtolask-nimisen resurssin hakemistopolusta \ratatied. Sovellukseen sisältyy varsinaisesti kolme suurempaa ohjelmaa: takymetrikartoitusten muokkaus, suorakulmaisten kartoitus-ten muunnos koordinaateiksi/formatointi ja MicroCADAM-mallin tuottaminen. Varsinaisten ohjelmien lisäksi sovelluksessa käytetään rataosaston ohjelmointiympäristön valmiita ohjelmamoduleja. Käyttöliittymää varten on luotu data-tiedostoja, joiden avulla käyttöliittymän valikot tuotetaan. Käyttöliittymän toiminnan helpottamiseksi on ohjelmoitu joitakin basic kielisiä käyttäjää ohjaavia ohjelmia. Sovelluksen suunnittelussa on otettu huomioon tarpeellisilta osin VR:n olemassa olevat käytännöt tiedon formaateissa ja CADAMissa.

Sovellus tarvitsee lähtötietoina \\vrdata3\rtolask-resurssissa sijaitsevia geometria-tiedostoja, kilometri-/korkeustiedostoja sekä referenssipisteinä käytettävien kohteiden koordinaattitiedostoja. Kartoitukset sijaitsevat samassa resurssissa kartoitu-nimisessä hakemistossa ja tuotettavat koordinaattitiedostot koordinaattitiedostossa. Kuvassa 9 on esitetty sovelluksen hakemistorakenne. VRPK:n serverin \\vrdata3\rtoadmin-niminen resurssi on esitetty S:-asemana ja \\vrdata3\rtolask Z:-asemana.



Kuva 9. Hakemistorakenne.

7.3 Käyttäjät

Sovelluksen käyttäjiä ovat kaapeleiden sijainti- ja ominaisuustiedon kerääjät ja ylläpitäjät. Kaapelitietoa tuottavia tahoja ovat sähköalueet sekä Hyvinkään SAKE, jonka toimialueena on koko rataverkko. Rataverkko on jaettu 7 sähköalueeseen, joiden toimipisteet sijaitsevat Helsingissä, Tampereella, Kouvolassa, Oulussa, Joensuussa, Pieksämäellä ja Seinäjoella. Sähköalueet ovat varsinaisia tiedon ylläpitäjiä. Sovelluksen käyttäjinä toimivat SAKE:n ja sähköalueiden kartoittajat ja piirtäjät. Sovelluksen tarkoituksena on tuottaa kaapeleiden reittitietoa mm. suunnittelua ja kunnossapitoa varten.

Sovellus otetaan ensimmäisenä käyttöön SAKE:ssa. SAKE:ssa suoritetaan kaapeloinnin ja laitteiden uudisrakentamista ja edelleen niiden sijainnin dokumentointia. Myöhemmin sovelluksen asentaminen ja käyttöönotto tapahtuu myös sähköalueilla. Sähköalueilla kerätään tietoa myös vanhoista kaapeleista ja laitteista.

7.4 Yleiset rajoitteet

Sovellusta varten laadittua kartoitusohjetta voidaan käyttää soveltaen myös muihin kartoitustöihin. Suoritettaessa muita kartoituksia sovelluksen kartoitusohjeen avulla on talletettavien tunnusten tarpeellisuus harkittava tapauskohtaisesti. Esitetty mittaustapa soveltuu yleisesti kaikkiin kartoituksiin.

Käytettäessä sovelluksen ohjelmia on huolehdittava siitä, että lähtötiedostot ovat tarkalleen oikeassa formaatissa. Ohjelmat toimivat oikein vain oikealla lähtötiedostojen formaatilla. Normaalissa sovelluksen mukaisessa käytössä käyttäjän on huolehdittava vain tiedonkeruussa tapahtuvasta tiedon syötön oikeasta muodosta. Takymetrillä tapahtuvassa kartoituksessa tieto järjestyy automaattisesti oikeaan muotoon kartoitusohjetta noudatettaessa. Suorakulmaisessa kartoituksessa tiedon syöttö ja järjestäminen PC:hen tapahtuu käsin.

Tarkoista formaateista johtuen sovelluksen ohjelmien käyttö irrallisena muissa yhteyksissä on mahdollista vain formatoimalla lähtötiedostot sovelluksen määräämään muotoon. Takymetrikartoitusten muokkausohjelma on laadittu vain Geodimeter System-500 takymetrin purkuohjelman tuottamien purkutiedostojen formaatimiseksi oikeaan muotoon. Tämän muunnosohjelman käyttö muissa yhteyksissä on ilman räätälöintiä lähes mahdotonta.

7.5 Sovellukseen liittyvät tiedot

7.5.1 Tiedonkeruussa tarvittavat tiedot

Tiedonkeruuta varten on oltava tiedossa kartoitettavan alueen monikulmiopisteiden koordinaattitieto. Ympäröivän alueen koordinaattijärjestelmä on perustana koko sijaintitiedolle. Suorakulmaisessa kartoitusmenetelmässä koordinaattitietoa ei kuitenkaan tarvita maastossa, vaan vasta ajettaessa muunnosohjelmaa PC:llä.

Kartoitusmenetelmästä riippumatta tiedonkeruuvaiheessa tarvitaan kartoitettavan alueen asennus- ja suunnitelmakuvat, joista saadaan kartoitettavia kohteita koskeva tieto. Kartoituksessa kerätään kohteista koodattua tietoa. Koodauksessa käytetään kartoitusohjeen liitteenä 2 olevaa koodilistaa.

7.5.2 Ohjelmien tarvitsemat tiedot

Takymetrikartoituksen muokkausohjelmalle ei tarvita muuta lähtötietoa kuin maastotallentimen purkamisen yhteydessä saatu purkutiedosto. Muokkausohjelma ei käsittele tiedostoa matemaattisesti, vaan pelkästään järjestää tiedoston oikeaan formaattiin.

Suorakulmaisen raideperusteisen kartoituksen muunnosohjelmassa lasketaan rataa, sähköpylväisiin, kilometripylväisiin ja monikulmiopisteisiin sidotuista mitoista taso- ja korkeuskoordinaatit. Tämä muunnosohjelma tarvitsee toimiakseen siis edellisten kohteiden koordinaattitiedon. Ohjelman tarvitsemat tiedostot ovat ratageometriatiedostot, kilometri- ja korkeustiedostot sekä pituusmittauksessa käytettyjen referenssipisteiden koordinaattitiedostot. Muunnoslaskennan lähtöarvoina käytetään PC:lle käsin syötettyjä mittaustiedostoja. Mittaustiedostoihin talletetaan jokaisesta kohteesta koodi, selite, pituusmittaraide, pituusreferenssikohde, pituusmitta raidetta pitkin, kohtisuora raide, kohtisuora matka, syvyys, reitin tunnus eli viivatyyppe, muoto ja tiedon tarkkuusluokka.

Mallin tuottamisohjelma tuottaa kaapelien reittimallin koordinaattitiedostoista, jotka on saatu tiedonkeruun lopputuotteena. Mallin tuottamisohjelma tarvitsee tiedon ratageometriasta ja kilometreistä. Mallin tuottamisohjelma ei käynnisty ilman ratageometria- ja kilometritiedostoja. Tiedostoja tarvitaan symbolien kiertämiseen radan suuntaisiksi. Mallin tuottamisohjelma tarvitsee lisäksi tiedoston, jossa määritellään jokaista kohdekoodia vastaavan symbolitaulun ja symbolin numero, viivatyyppe ja taso eli overlay, jolle kohde piirretään.

Käyttäjän on huolehdittava, että tarpeelliset geometriatiedostot, kilometri/korkeustiedostot sekä referenssipisteiden tiedostot ovat hakemistoraken-

teessa oikeissa paikoissa ja oikeassa formaatissa. Geometria-, kilometri/korkeus- ja monikulmiopistetiedostot löytyvät kyseisen rata-alueen mittaus- ja laskentatöitä suorittavilta henkilöiltä. Pylväskoordinaattitiedostot löytyvät Sähköyksikön ratajohdosta vastaavalta henkilöltä. Geometriatiedostot tallennetaan hakemistoon geometr, kilometri/korkeustiedostot hakemistoon kilom, pylväskoordinaattitiedostot hakemistoon koordi ja monikulmiopistetiedostot hakemistoon jonot.

7.5.3 Sovelluksen tuottamat tiedot

KASO tuottaa koodattua sijaintitietoa koordinaattimuodossa sekä kaapelien CADAM-reittimalleja. Koordinaattitiedostoja säilytetään mahdollisia myöhempiä käyttötarpeita varten. Koodattu sijaintitieto voi olla esim. myöhemmin hankittavan paikkatietojärjestelmän sijainti- ja ominaisuustietokannan tietosisältönä. Tuotettavia CADAM-malleja voidaan käyttää pelkän reittitiedon dokumentaation ohella mm. suunnittelun ja kunnossapidon apuvälineenä.

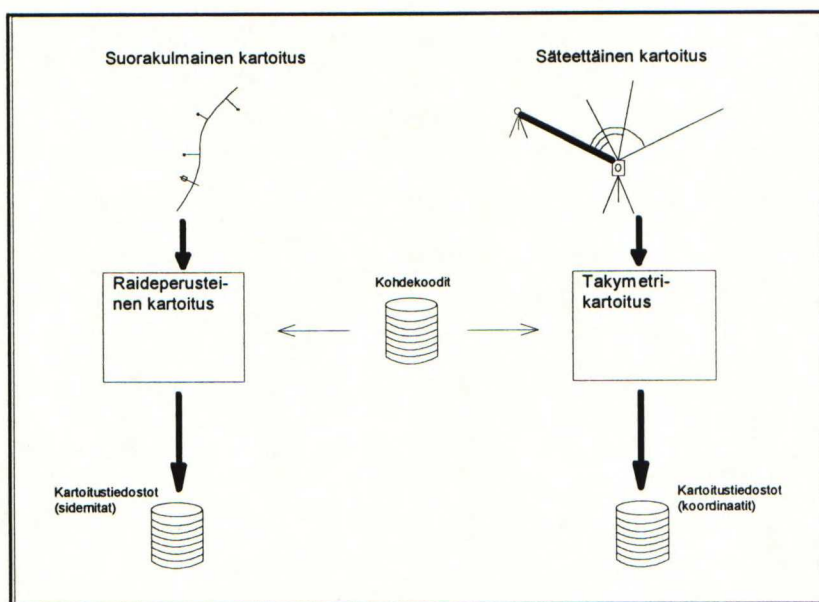
Sovellus tuottaa koordinaattitiedostoja tiedonkeruun lopputuotteena. Koordinaattitiedostot sisältävät kohteen koodin, selitteen, y-, x- ja h-koordinaatit, reitin tunnuksen eli viivatunnuksen sekä tiedon tarkkuusluokan. Koordinaattitiedostojen säilyttäminen on tärkeää ajatellen tiedon myöhempää hyödyntämistä. Syntyvissä koordinaattitiedostoissa saman kohteen pisteet on yhdistetty viivatunnuksen avulla. Pisteiden yhdistäminen kohteiksi tapahtuu maastossa eli maastossa määrätään pisteiden topologian suhteet. Tämän yhteystiedon ansiosta sijaintitietoa voidaan käsitellä automaattisesti.

Sovelluksessa tuotetaan koordinaattitiedostoista edelleen kaapelien CADAM-reittimalli. Reittimallit järjestetään loogisiin kokonaisuuksiin CADAMin tarkan mallialueen ja mallikoon asettamin rajoituksin. Järkeviä kokonaisuuksia voivat olla ratapihat ja linjoilla enintään tarkan mallialueen ja mallikoon kokoiset mallit. Mallialuejaossa on otettava huomioon käytettävä koordinaattijärjestelmä, koska kartoituksissa käytetään aina ympäröivän alueen järjestelmää. Yhdellä mallilla saa olla vain yhden koordinaattijärjestelmän pisteitä. Mallit valmistuvat ja täydentyvät kartoitusten edistyessä.

8 TIEDONKERUU

8.1 Yleistä

Tiedonkeruu sovelluksessa tapahtuu kartoituksien kautta. Kartoitusmenetelmiä sovelluksessa on kaksi: kiintopisteisiin perustuva säteittäinen takymetrikartoitus ja suorakulmainen raideperusteinen kartoitus (kuva 10.).



Kuva 10. Tiedonkeruu.

Takymetrikartoituksissa sidotaan mittaukset maastossa oleviin kiintopisteisiin ja sitä kautta edelleen ympäröivän alueen koordinaattijärjestelmään. Kartoitus takymetrillä tapahtuu säteittäisesti. Takymetrikartoituksista saatava tieto on suoraan koordinaattimuodossa ilman jälkilaskentaa. Koordinaattitieto on kuitenkin järjestettävä sovelluksen ohjelmilla oikeaan formaattiin ja hakemistoon.

Raideperusteisessa kartoituksessa mitataan kartoitettavat kohteet rataa nähden suorakulmaisesti. Kohteista mitattava a-mitta on pituusmitta rataa pitkin jostakin tunnetusta referenssipisteestä. Vastaavasti b-mitta on kohteen raiteeseen nähden kohtisuora etäisyys raiteen keskiviivasta. Kohteen syvyys mitataan raiteen korkeusviivasta. Lisäksi kohteesta talletetaan tarpeelliset tunnukset. Kaikki

talletetut tunnukset syötetään PC:hen jollakin editorilla tai tekstinkäsittelyohjelmalla ascii-muotoon. Tiedon syöttämisessä käytetään formaattia, joka on esitetty kartoitusohjeessa. Mittaustiedot muunnetaan koordinaateiksi ja formatoidaan sovelluksen ohjelmilla.

8.2 Kartoituksen valmisteluvaihe

Kartoituksen valmisteluvaiheessa on syytä hankkia kartoitettavan alueen asennuskuvat ja muut suunnitelmakuvat kaapeleiden asennuksia suorittavilta henkilöiltä. Kuvien avulla kartoittajat saavat paremman käsityksen kartoitustyön kokonaisuudesta. Kartoituksen aikana sekä tulostettaessa voidaan paremmin kontrolloida työn tulosta. Tämä näkökohta on otettava huomioon jo asennusvaiheessa. Asennusvaiheessa on asennus- tai suunnitelmapiirroksiin merkittävä poikkeukset ko. suunnitelmista.

Kartoitusta suunniteltaessa on tarkasteltava kartoitettavan alueen rajausta. Kaapelien reittimallit jaetaan koko rataverkon kattaviin loogisiin overlay-rakenteisiin mallialueisiin. Jokainen ratapiha esitetään omana mallialueena ja linjat jaetaan enintään Micro CADAMin tarkan mallialueen suuruisiin osiin. Mallialuejaossa on otettava huomioon käytettävä koordinaattijärjestelmä, koska kartoituksissa käytetään aina ympäröivän alueen järjestelmää. Yhdellä overlay-rakenteisella mallilla saa olla vain yhden koordinaattijärjestelmän pisteitä.

Jokaisen kartoitustyökokonaisuuden lopputuotteena syntyvistä koordinaattitiedostoista luodaan työmalli. Työmallin valmistuttua se siirretään varsinaiselle mallialueen mallille. Yhden koordinaattitiedoston sisältämiä kohteita ei voida jakaa usealle mallialueelle. Kartoitusta suoritettaessa on huolehdittava, että maastotallentimen tiedostoon kartoitetaan vain yhden lopullisen mallin alueella sijaitsevia kohteita. Sama koskee raideperusteisessa kartoituksessa muodostettavia kartoitustiedostoja.

Kartoitustyön jakoon tiedostoihin vaikuttaa mallialueen lisäksi ratageometriatiedostojen sisältö. Vanhoihin ratageometriatietoihin on voinut tulla muutoksia. Radan oikaisusta johtuvat muutokset eivät näy vanhoissa ratageometriatiedostoissa, vaan jokaisesta muutoksesta on tehty oma uusi geometriatiedosto. Kartoitustietoja käsitteleviä ohjelmia ajettaessa voidaan käyttää vain yhtä geometriatiedostoa. Kartoitustiedostot jaetaan siis voimassa olevien ratageometriatiedostojen mukaan.

Raideperusteista kartoitusta käytettäessä on tutkittava referenssipisteiden koordinaattien löytyminen kartoitettavalta alueelta. Kartoituksissa voi käyttää vain koordinaateiltaan tunnettuja referenssipisteitä.

8.3 Mitattavat/tallennettavat tunnukset

8.3.1 Koodaus

Kartoitettavat kohteet koodataan liitteen 2 mukaisilla kohdekoodeilla. VR:n vanhassa koodijärjestelmässä on käytössä vain kahden merkin mittaiset koodit. Koodiluetteloa on laajennettu aina tarpeen mukaan, joten se on sekava eikä noudata mitään luokkajakoa. Koodiluetteloa on kuitenkin noudatettava, koska vanhat sovellusohjelmat käyttävät sitä.

KASO:a varten koodiluettelosta on varattu 70-79 alkuiset numerot. Poikkeuksellisesti koodiluetteloon on lisätty kolmas merkki em. numeroille, joten lisäkoodimahdollisuudet ovat nyt väliltä 700-799 eli 100 uutta mahdollisuutta. Lisäys ei kuitenkaan vielä riitä, koska pelkästään erilaisia turvalaitteita on yli 200 kappaletta. Tämän vuoksi kohteita on jouduttu yleistämään ja jakamaan luokkiin. Esim opastimet on jaettu kahteen luokkaan raideopastimeen, joka käsittää kaikki ratapihoilla olevat opastimet ja tavalliseen opastimeen, joka käsittää kaikki linjoilla olevat opastimet. Opastimet voidaan erotella kartoituksen yhteydessä talletettavalla selitetekstillä.

Koodauksesta ei saa poiketa, koska tällöin CADAM mallin tuottaminen ei onnistu automaattisesti. Uusien kooditarpeiden esiintyessä on syytä varmistaa uuden koodin sopivuus olemassa olevaan järjestelmään.

Uusia kohdekoodeja suunniteltaessa on pyritty kohteet luokittelemaan toiminnan ja toimialan mukaan samalle kymmenluvulle. Erilaiset kaapelireitit ovat ensimmäinen toiminnallinen luokka. Reitit esitetään koodeilla 700-709. Toinen toiminnallinen luokka on kaapelireitteihin liittyvät laitteet koodeilla 710-719. Loput kohteet on luokiteltu toimialoittain turvalaitteisiin, energialaitteisiin ja tietoliikennelaitteisiin omille kymmenluvuilleen. Jokaisen toimialaryhmän väliin on jätetty vapaa kymmenalue mahdollisia laajennuksia varten. Jos kohteelle on jo löytynyt koodi vanhasta järjestelmästä ei uutta koodia ole annettu. Luokituksen suunnittelussa on otettu huomioon mahdollisuuksien mukaan Suomen Kaupunkiliiton julkaisu Maastotietojen luokittelu.

8.3.2 Mitattavat tunnuksat

Kartoitettavista kohteista mitataan takymetrillä suoraan x-, y- ja h-koordinaatit. Vaihtoehtoisesti voidaan mitata mittanauhalla sidemitat ja syvyys raiteen korkeusviivasta. Mittaustulokset muunnetaan ohjelmallisesti x-, y- ja h-koordinaateiksi. H-koordinaattia ei tallenneta, jos se ei pidä paikkaansa. Suorakulmaisessa kartoituksessa jätetään korkeustieto myöhemmin esitettävässä täytettävässä lomakkeessa tyhjäksi, jolloin laskentaohjelma ei talleta h-koordinaattia. Takymetrillä kartoitettaessa voidaan esim. tilapäisesti asettaa h-koordinaatin määrittämiseksi tarvittavat tiedot, kuten asemapisteen korkeus, tähyskorkeus tai kojekorkeus, sellaisiksi, että h-koordinaatista tulee pienempi kuin nolla. Tämän jälkeen voidaan mittaustiedon formaatinmuunnoksen yhteydessä jättää väärät eli nollaa pienemmät korkeuskoordinaatit tallentamatta.

8.3.3 Muut talletettavat tunnukset

Kartoitettaessa on talletettava kohteen mittaustarkkuus. Tarkkuusluokkia on kolme. 1. luokan tarkkuus on < 10 cm, 2. luokan < 25 cm ja 3. luokan tarkkuus < 1 m. 1. tarkkuusluokkaan kuuluvat kohteet, jotka voidaan mitata niiden ollessa näkyvillä. 2. tarkkuusluokkaan kuuluvat kohteet, joiden kartoitus perustuu raiteeseen sekä kohteet, joiden sijainti pystytään varmasti määrittämään, mutta kohteet eivät ole näkyvillä. 3. tarkkuusluokkaan kuuluvat kohteet, joiden sijainti on epävarma, mutta kuitenkin < 1 m. Tällaisia kohteita ovat mm. hakulaitteilla etsityt kaapelit. 1. ja 2. tarkkuusluokan tarkkuus koskee myös korkeutta. Taky-metrillä korkeus mitataan vain 1. luokassa. Raideperusteinen korkeuden mittaus tapahtuu luokassa 2. Korkeutta ei koskaan mitata 3. tarkkuusluokassa. Kartoituksen tarkkuusluokkia ei saa käyttää kerätessä sijaintitietoa digitoimalla.

Viivatunnus on juokseva numero väliltä 2-99. Viivatunnuksen avulla saadaan saman kohteen kartoituspisteet yhdistettyä. Jos vapaat viivatunnukset loppuvat, kartoitusta jatketaan toiseen kartoitustiedostoon eli jokaisessa kartoitustiedostossa voidaan tunnusten käyttö aloittaa alusta.

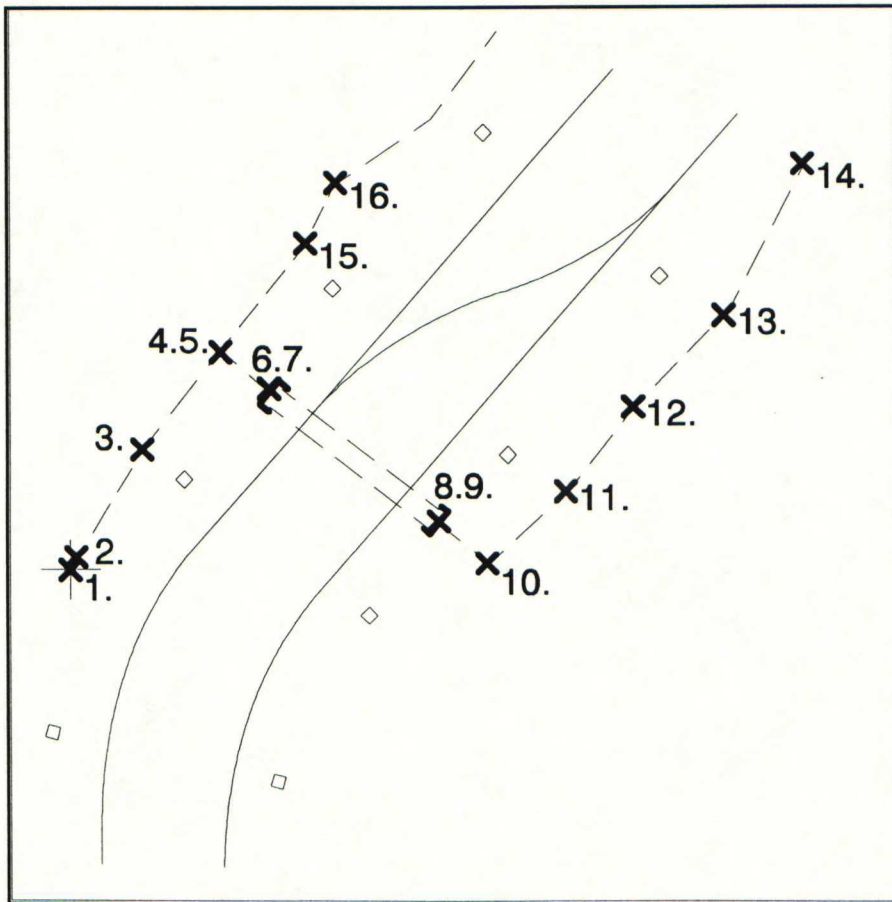
Kartoitettaville kohteille talletetaan mahdollinen selite tarkentamaan kohteiden yksilöintiä. Selite voi olla yksilöivä numerokoodi tai lyhyt muutamia merkkejä sisältävä selittävä teksti.

Mittanauhalla mitattaessa talletetaan lisäksi tunnuksia, jotka auttavat kohteiden geodeettisten koordinaattien laskennassa. Tällaisia tunnuksia ovat pituusreferenssi-kohde pituusmitalle, raiteen numero, josta etäisyys on mitattu sekä muoto koodi. Muototunnus kertoo onko mitattu kohde (1) suora kartoituspisteitten välillä vai (2) raiteen muotoinen.

8.4 Mittaustapa

Kartoitus suoritetaan kohdeorientoitunutta mittaustapaa noudattaen. Kohdeorientoituneessa mittaustavassa määritetään kartoituksen yhteydessä kartoitettujen

pisteiden väliset topologiset suhteet /16/. Kohteita kartoitettaessa edetään loogisessa järjestyksessä. Esim. kaapelireittiä kartoitettaessa ei palata koskaan taaksepäin, vaan kartoituspisteet etenevät järjestyksessä samaan suuntaan. Jatkuvaa kohdetta, kuten em. kaapelireittiä, kartoitettaessa voidaan välillä kartoittaa muitakin kohteita ja jatkaa myöhemmin kesken jäänyttä kohdetta. Tällöin on muistettava kohta, joka viimeksi mitattiin sekä kohteesta käytetty viivatunnus, jolla huolehditaan pisteiden yhdistäminen. Kesken jääneen kohteen kartoitusta jatketaan seuraavasta tarpeellisesta pisteestä. Kuvassa 11 on esimerkki edellä kuvatusta tilanteesta. Rastilla on kuvattu kohta, josta mittaus suoritetaan ja numerolla mahdollinen mittausjärjestys. Kuvan tilanteessa on käytetty koodeja 95 (valaisinmasto), 701 (kaapelireitti) ja 712 (alitusputki). Kartoituksessa on kartoitettu ensin reittiä, jolta haarautuu toinen reitti. Haaroittuva reitti on kartoitettu ensin loppuun, jonka jälkeen on palattu takaisin kartoittamaan alkuperäistä reittiä.



Kuva 11. Mittaustapa.

Nro	Koodi	Viivatunnus	Tarkkuusluokka	x	y	h
1.	95	0	1	x	y	h
2.	701	2	1	x	y	h
3.	701	2	1	x	y	h
4.	701	2	1	x	y	h
5.	701	3	1	x	y	h
6.	701	3	1	x	y	h
7.	712	1	1	x	y	h
8.	712	1	1	x	y	h
9.	701	4	1	x	y	h
10.	701	4	1	x	y	h
11.	701	4	1	x	y	h
12.	701	4	1	x	y	h
13.	701	4	1	x	y	h
14.	701	4	1	x	y	h
15.	701	2	1	x	y	h
16.	701	2	1	x	y	h

jne.

Kartoitettaessa laitteita, jotka esitetään mallilla symboleilla, asetetaan viivatunnus nollassi. Mittaus suoritetaan kohteen keskelle. Poikkeuksena ovat kohteet, joiden keskipistettä ei pystytä suoraan mittaamaan takymetrillä tapahtuvassa mittauksessa. Tällöin mitataan kohteen kaksi vastakkaista kulmaa peräkkäin. Kohteen koordinaatit lasketaan mitattujen pisteiden keskelle, johon symboli tulostetaan. Kartoitettaessa käytetään samaa kohdekoodia keskelle tapahtuvassa mittauksessa ja kulmien mittauksessa, mutta viivatunnuksena käytetään ykköstä. Viivatunnusten avulla pystytään ohjelmallisesti erottelemaan eri mittaustavat.

Alitusputket täytyy mitata putkien päistä. Alitusputkien esitys mallilla tapahtuu kahdella viivalla ja alitusputkien päitä esittävillä symboleilla. Myös alitusputkia mitattaessa on käytettävä viivatunnuksena ykköstä.

8.5 Tuloskoordinaattitiedostojen formaatti

Talletettavien koordinaattitiedostojen sisällön ja nimen formaatti määräytyy VR:n IBM keskuskoneessa olevien koordinaattitiedostojen mukaan. Automaattisen mallinluonnin vuoksi on formaattia noudatettava. Koordinaattitiedostojen nimet alkavat H-kirjaimella. Kirjaimen jälkeen ilmoitetaan kuukausi kahdella ja vuosi kahdella numerolla. Käyttäjä voi lisätä 3 haluamaansa merkkiä. Nimessä voi olla yhteensä 8 merkkiä. Nimet kirjoitetaan ilman lopputarkentimia.

Formaatin mukaan:

- kohdekoodi kirjoitetaan kentän 1-3 vasemmasta reunasta alkaen
- selite kentän 4-24 vasemmasta reunasta alkaen
- y-koordinaatti kenttään 30-39
- x-koordinaatti kenttään 40-49
- h-koordinaatti kenttään 50-59
- reitin tunnus kentän 61-62 oikeasta reunasta alkaen
- tarkkuusluokka kenttään 64

Esimerkki liitteessä 3.

8.6 Kartoitettaessa takymetrillä

8.6.1 Valmistelu

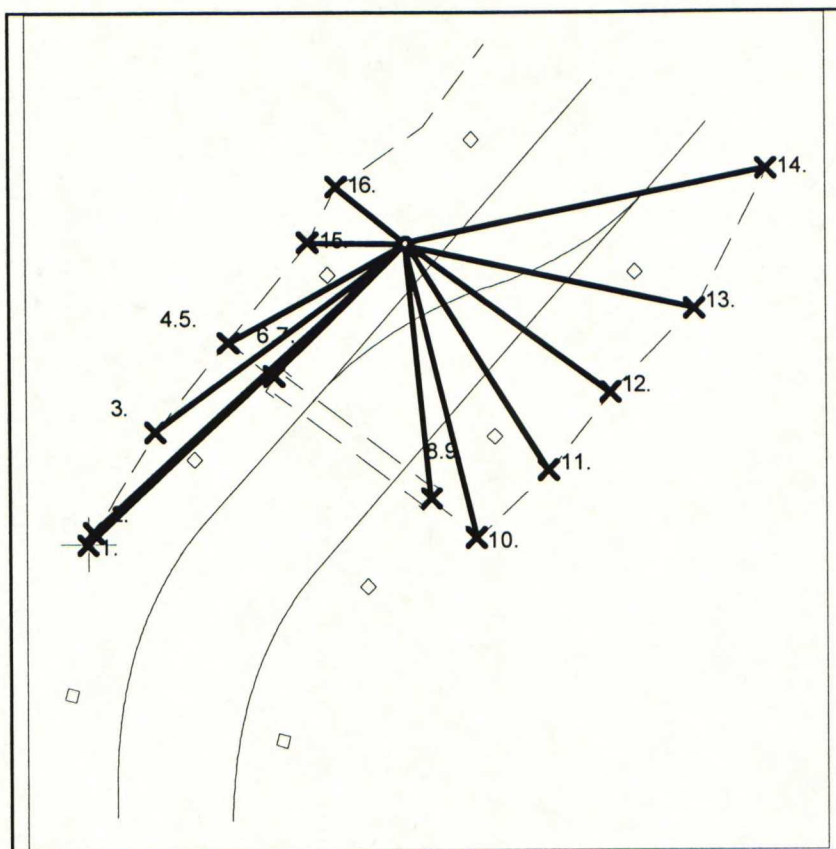
Valmisteluvaiheeseen kuuluu alueen tasokiintopisteiden selvittäminen. Kartoitettavalla alueella sijaitsevat tasokiintopisteet saadaan selville alueen verkkopiirroksen avulla. Numeerisessa muodossa pisteiden koordinaatit saadaan VR:n koordinaattitiedostoista. Maastoon on syytä ottaa pisteselyskortit, joissa on koordinaattien lisäksi pisteiden sidemitat merkityistä kohteista. Siten pisteiden löytäminen on helpompaa. Pisteselyskortit löytyvät rata-alueitten mittaustoimistoista. Jos kiintopisteitä ei löydy VR:n omista tiedostoista, voidaan pisteitä hakea kartoitettavan alueen kaupungin tai kunnan pisterekistereistä. Kartoituksessa käytetään sitä koordinaattijärjestelmää, jossa ovat ratageometriatiedot. Jos ratageometria ei ole numeerisessa muodossa, käytetään ympäröivän alueen koordinaattijärjestelmää. Kiintopisteistä on tarkistettava niiden koordinaattijärjestelmä ja pisteiden on oltava keskenään samassa järjestelmässä.

Jos tasokiintopisteille ei ole ilmoitettu korkeutta, täytyy selvittää myös alueen korkeuskiintopisteet. Korkeuskiintopisteitä ei löydy numeerisessa muodossa, mutta muuten pisteet saadaan selvitettyä samoin kuin tasokiintopisteet.

8.6.2 Kartointus

Pääasiallinen kartointusmenetelmä on säteettäinen kartointus (Kuva 12) takymetrillä maastotallenninta käyttäen. Takymetrillä tapahtuva kartointus on tehokasta ratapihoilla ja paljon kartoitettavaa sijaitsevista kohteista. Linjoilla takymetrin sijasta voidaan käyttää raideperusteista mittanauhalla tapahtuvaa mittausmenetelmää, koska yhdeltä asemapisteltä on näkyvissä vain muutamia kartointuskohteita. Mittanauhalla tapahtuvassa kartoituksessa ei kuitenkaan päästä takymetrikartoituksen kanssa samaan tarkkuuteen. Seuraavassa on esitetty takymetrillä tapahtuvan kartoituksen näkökohtia, mutta samat seikat käyvät soveltuvin osin mittanauhakartoituksiin. Kappaleessa 8.7 on esitetty mittanauhalla tapahtuvan kartoituksen

erityiskysymyksiä.



Kuva 12. Säteittäinen kartoitus.

8.6.2.1 Mitattavat/talletettavat tunnukset

Kartoitettavista kohteista mitataan takymetrillä x- ja y-koordinaatit sekä korkeuskoordinaatti. Ellei kiintopisteille ole ilmoitettu korkeutta, eikä alueelta löydetä korkeuspisteitä, voidaan korkeus poikkeuksellisesti jättää mittaamatta.

Mittauksen yhteydessä talletetaan tunnuksia, jotka auttavat kartoitettavan kohteen yksilöimisessä ja CADAM-mallin automaattisessa tuottamisessa. Kappaleessa 8.3 esitetyistä tunnuksista talletetaan takymetrikartoituksissa kohdekoodi, viivatunnus ja tarkkuusluokka.

8.6.2.2 Kartoituksen työvaiheet

Varsinaisen kartoituksen alkaessa takymetri on orientoitu em. kriteerit täyttävälle asemapisteeille. Kohteiden kartoituksen algoritmin vaiheet ovat seuraavat:

1. Kartoitusohjelman käynnistys.
2. Prismasauvan korkeuden syöttäminen takymetriin.
Myöhemmin vain, jos sauvan korkeus on muuttunut.
3. Kartoituspisteen numeron syöttäminen.
4. Kohdekoodin syöttäminen.
5. Viivatunnuksen syöttäminen.
6. Mittauksen tarkkuusluokan syöttäminen.
Myöhemmin vain, jos tarkkuusluokka on muuttunut.
7. Koordinaattien mittaus.
8. Rekisteröinti tallentimeen.
9. Jos kartoitettavaa jäljellä, takaisin vaiheeseen 2.
Muussa tapauksessa lopetetaan kartoitusohjelma.
10. Orientoinnin tarkistus, joka on esitetty seuraavassa kappaleessa.

8.6.2.3 Kartoituksen lopetus

Kartoituksen loputtua on vielä tarkistettava takymetrin liikkumattomuus ja orientoinnin säilyminen asemapisteeillä. Tarkistaminen voidaan tehdä joko orientointisuunnan ja matkan avulla tai koordinaattien avulla. Suunnan ja matkan

avulla tapahtuva tarkistaminen suoritetaan liitospisteelle mitattujen ja laskettujen suuntien ja matkojen avulla. Erot lasketun ja havaitun suunnan välillä saa olla enintään 0,005 gon ja etäisyyden välillä enintään 25 mm. Koordinaattien avulla tapahtuvassa tarkistamisessa ero havaittujen ja ilmoitettujen koordinaattien välillä saa olla enintään 25 mm.

8.6.3 Kartoitustiedostojen purku ja muokkaus

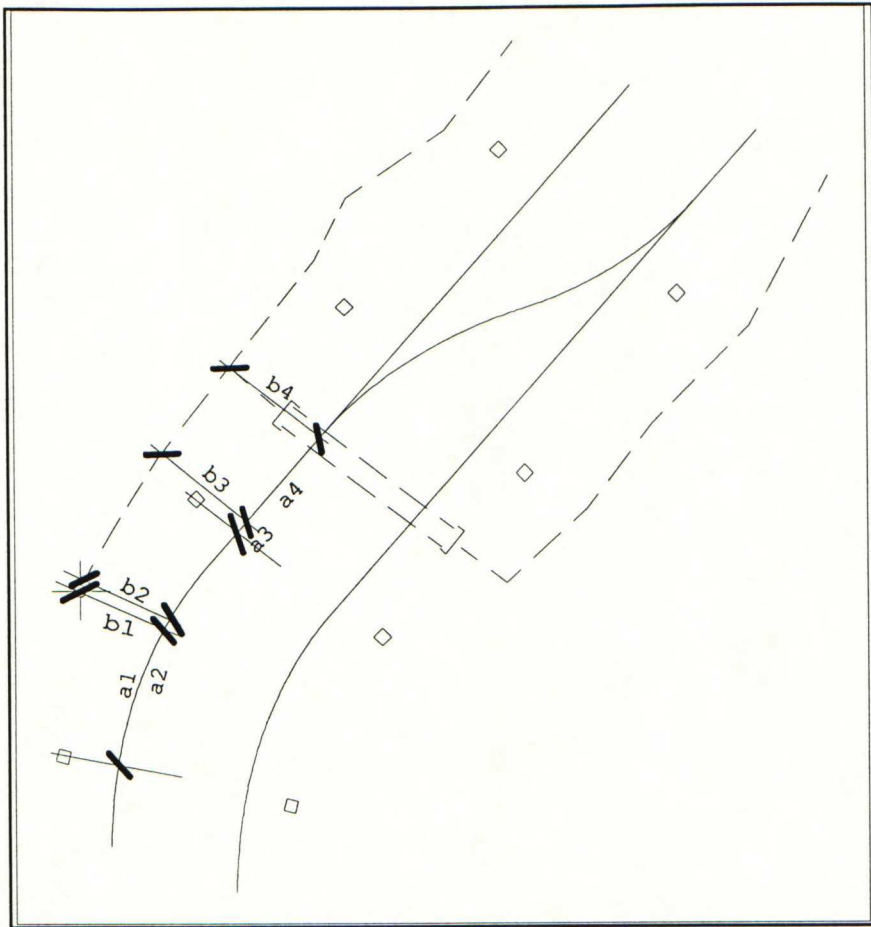
Maastotallentimessa oleva kartoitustiedosto puretaan PC:hen käytettävissä olevalla purkuohjelmalla. Tiedosto muokataan ohjelmallisesti standardin muotoiseksi formaatiksi ja talletetaan käytettyyn tietovarastoon. Kartoitustiedostojen muokkauksessa ja formatoimisessa käytettyihin ohjelmiin palataan myöhemmin tässä diplomityössä. Formaatti on esitetty kappaleessa 8.5.

Jos kartoitustiedostossa tiedetään olevan virheitä, on editointi syytä suorittaa jo purkutiedostoon. Tällä varmistetaan se, että kartoitusten käsittelyn eri vaiheissa tuotettavien tiedostojen sisältö on sama.

Koordinaattitiedostojen lajittelu on kielletty. Lajittelusta aiheutuu mittaustiedon loogisuuden katoaminen. Mallin automaattinen tuottaminen ei enää onnistu lajittelun jälkeen.

8.7 Suorakulmainen rataan perustuva kartoitus

Mittausperustana ovat sähköratapylväät, kilometripylväät, monikulmiopisteet ja raiteet. Kuten edellä jo todettiin, soveltuu tällainen suorakulmainen mittaustapa linjoilla, jossa on vain vähän kartoitettavaa ja kohteet, kuten auratut kaapelit, ovat vakio etäisyydellä radasta. Pituusmitta mitataan raidetta pitkin ja kohtisuora mitta kohtisuoraan raiteeseen nähden (Kuva 13).



Kuva 13. Raideperusteinen suorakulmainen kartoitus.

a mitat ovat pituusmittoja raidetta pitkin

b mitat ovat kohtisuoria mittoja raiteen keskilinjasta

Kartoituksessa saatavat tunnuksat kirjataan liitteessä 4 olevan lomakkeen muotoon.

8.7.1 Mitattavat/talletettavat tunnuksat

Mitattavia tunnuksia ovat pituusmitta raidetta pitkin, kohtisuora matka raiteesta ja syvyys raiteen korkeusviivasta. X-, y- ja h-koordinaattien laskemista varten on jokaista pituusmittaa, kohtisuoraa mittaa ja syvyyttä varten talletettava:

- raide, jota pitkin mittaus on suoritettu

- pituusreferenssikohde eli kohde, josta pituusmitta on havaittu
- raide, josta kohtisuora matka ja syvyys on havaittu.

Muita talletettavia tunnuksia ovat kappaleen 8.3 mukaiset tunnukset.

8.7.2 Mittaustapa

Kartoitus tapahtuu pääosin kuten kappaleessa 8.4 on esitetty. Poikkeuksena on raiteenmuotoisen kohteen kartoittaminen. Raiteenmuotoisesta eli raiteesta vakioetäisyydelle auratuista kaapeleista kartoitetaan vain kohteen raiteenmuotoisen osan alku- ja loppupiste. Välipisteet lasketaan kartoituspisteiden laskemisen yhteydessä ja liitetään muuhun koordinaattitietoon. Lopullisessa koordinaattitiedostossa kohde muodostuu laskettujen pisteiden välisistä suorista.

Raiteenmuotoista mittaustapaa ei saa käyttää suorilla raideosilla. Sitä käytetään vain kaarien ja klotoidien alueilla. Samaan kaapelireitin kartoitustietoon voi siis sisältyä osia, jotka ovat raiteen muotoisia tai suoria kartoituspisteiden välillä. Raiteenmuotoisten osien alku- ja loppupisteet täytyy olla peräkkäin PC:lle talletettavassa kartoitustiedostossa. Vain tällöin välipisteiden laskeminen on mahdollista.

8.7.3 Kartoituksen purku ja mittaustiedon muokkaus

Kartoituksen tuloksena saatujen lomakkeitten tiedot on syötettävä käsin PC:hen. Syöttämisessä käytetään jotakin käytettävissä olevaa editoria, jolla tieto saadaan ASCII-muotoon. Kartoitustiedostojen nimet alkavat G-kirjaimella. Kirjaimen jälkeen ilmoitetaan kuukausi kahdella ja vuosi kahdella numerolla. Käyttäjä voi lisätä 3 haluamaansa merkkiä. Nimessä voi olla yhteensä 8 merkkiä. Nimet kirjoitetaan ilman lopputarkentimia.

Syötettävän tiedon formaatti on seuraava:

- koodi kirjoitetaan kenttään 1-3
- selite kenttään 4-24
- pituusmittaraide kenttään 25-30
- pituusreferenssikohde kenttään 31-40
- pituusmitta raidetta pitkin kenttään 41-50
- raide, josta kohtisuora etäisyys on mitattu kenttään 51-57
- kohtisuora mitta raiteesta kenttään 58-65
- syvyys kenttään 66-70
- reitin tunnus eli viivatunnus kenttään 71-72
- muoto kenttään 73
- tarkkuusluokka kenttään 74.

Formaatti on esitetty myös liitteessä 4.

Kun mittaustiedot on syötetty PC:lle, käynnistetään ohjelma, joka tuottaa formaatin mukaisen koordinaattitiedoston. Muunnos-/formatointiohjelmaan palataan myöhemmin. Jos tiedon syöttövaiheessa on jäänyt joitakin tunnuksia syöttämättä tai halutaan lisätä muuta formaatin mukaista tietoa, on se edelleenkin mahdollista. Lajittelu on kappaleessa 8.6.4 esitettyjen seikkojen vuoksi kielletty. Lajittelukielto koskee sekä kartoitustiedostoja että laskennassa tuotettavia koordinaattitiedostoja.

9 KÄYTTÖLIITTYMÄ

9.1 Käyttöliittymän yleiskuvaus

Kaapelikarttasovelluksen ohjelmien käyttö ja toimintojen suoritus tapahtuu käyttöliittymän kautta. Siksi käyttäjän ei välttämättä tarvitse tietää sovelluksen hakemistorakennetta eikä toimintojen suorituksen sisältöä. Käyttäjän on kuitenkin hyvä selvittää itselleen käyttöliittymän sisältö. Tällöin virhe- ja ongelmatilanteissa käyttäjä kykenee omatoimisesti etsimään ja selvittämään syyn kohtaamiinsa vastoinikäymisiin.

Sovelluksen käyttöliittymänä käytetään rataosastolla käytössä olevaa MENU-järjestelmää. Järjestelmä koostuu menu1.dat-tiedostosta, jossa sijaitsevat valikkotekstit ja suoritettavat dos-komennot, menu2.dat-tiedostosta, jossa sijaitsevat valikon otsikko- ja väritiedot sekä menuc.exe-ajotiedostosta. Ajotiedosto lukee dos-komentotiedostoa ja tuottaa näytölle menu2.dat-tiedoston mukaisen menuvalikon. Ajotiedosto sijaitsee mikrossa aina C:\cexe-hakemistossa.

KASOssa käytetään neljää menu-valikkoa. Jokaista valikkoa varten on menu1.dat- ja menu2.dat-tiedostot. Koska kaikki dat-tarkentimella olevat valikkojen data-tiedostot ovat samassa käyttöliittymän hakemistossa on tarkentimet muutettu tehtävän mukaan. Tarkentimet ovat sovelluksen päävalikolla paa, takymetrikartoituksen valikolla tak, raideperusteisen kartoituksen valikolla rai ja mallin tuottamisvalikolla pii. Kulloinkin tarpeellisen valikon data-tiedostot kopioituvat menu1.dat ja menu2.dat-tiedostoiksi, joita menuohjelma menuc.exe lukee.

KASOn käyttöliittymä on sijoitettava ratateknisten laskentojen käyttöliittymän yhteyteen, jos ratateknisten laskentojen käyttöliittymä on asennettu mikroon. Muussa tapauksessa KASOn käyttöliittymä voidaan sijoittaa tilanteesta riippuen parhaaseen mahdolliseen paikkaan.

9.2 Käyttöliittymän käyttöohjeet

Dos-komentotilasta päästään menu-valikkoon komennolla *uusi*. Komento uusi käynnistää *menuc.exe*-ohjelman. Valikon tekstit ja värimääritykset luetaan tiedostoista *menu1.dat* ja *menu2.dat*. *Menu1.dat*- ja *menu2.dat*-tiedostot luetaan aina siitä hakemistosta, josta komento uusi annettiin.

Toimintojen valinta valikosta tapahtuu siirtämällä kursori nuolinäppäimillä halutun toiminnon päälle ja painamalla <ENTER>. Vaihtoehtoisesti valinta voidaan tehdä siirtämällä hiiren kursori halutun toiminnon päälle ja painamalla nopeasti kaksi kertaa hiiren vasenta näppäintä. Valinnan jälkeen ohjelma suorittaa *menu1.dat*-tiedostosta lukemansa dos-komennot järjestyksessä valitun valintateks-
tin alta.

9.3 Valikkojen kuvaus

9.3.1 Yleisiä toimintoja

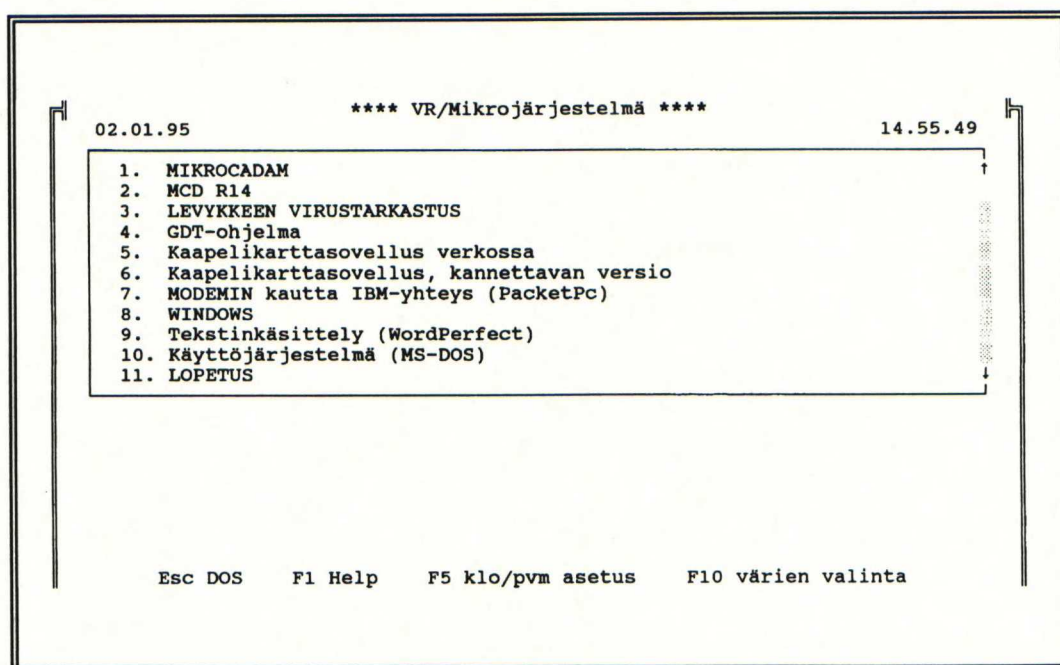
Käyttöliittymässä on joukko toimintoja, jotka esiintyvät useissa menuissa. Tällaisia toimintoja ovat mm. lopetus ja valikon vaihtamiseen johtavat valinnat. Jos tarkoituksena on lopettaa työskentely ja poistua koko mikrosta, voidaan valita *LOPETUS*. Tällöin palataan C:-levyaseman juureen ja virta koneesta voidaan sammuttaa. Virran katkaisu lopettaa verkkoyhteyden ja asetetut määritykset.

Uuden lähtöarvotiedoston teko valinta ohjaa käyttäjää, nimensä mukaan, tekemään uuden lähtöarvotiedoston raideperusteisen kartoituksen ajoa ja mallin tuottamista varten. Ohjelma kysyy käyttäjältä tarpeelliset syötteet ja tallettaa ne lähtöarvotiedostoon oikeille paikoille. Lähtöarvotiedoston nimi täytyy määrittää ennen varsinaista muunnoksen ajoa tai mallin tuottamista. Valinta *Lähtöarvotiedoston nimen määrittäminen* käynnistää ohjelman, joka kysyy lähtöarvotiedoston nimeä. Lähtöarvotiedoston nimen määrittämisen jälkeen käynnistyy ohjelma, joka tuottaa sovelluksen tarvitsemat suorasaantitiedostot.

Valikoissa on tiedostojen listaus, korjaus ja katselu toimintoja. Toiminnot kohdistuvat viimeksi ohjelmallisesti käsiteltyihin tiedostoihin. *Paluu KAAPELI-KARTTASOVELLUKSEN päämenuun* valinta aiheuttaa menu1.paa-tiedoston kopioinnin menu1.dat-tiedostoksi ja menu2.paa-tiedoston kopioinnin menu2.dat-tiedostoksi. *Uusi*-komento vaihtaa näytölle kaapelikarttasovelluksen päämenu.

9.3.2 Päämenu

Mikron päämenuun päästään antamalla komento *uusi* C:-levyaseman juuressa. Tuloksena saadaan kuvan 14 mukainen valikko. Mikron päävalikosta valitaan, joko *Kaapelikarttasovellus verkossa* tai *Kaapelikarttasovellus, kannettavan versio*. Valittaessa verkkoversio, käynnistyy ensin verkko-ohjelma. Ohjelma kysyy käyttäjätunnuksen ja salasanan, jonka jälkeen otetaan käyttöön tarpeellinen serveriresurssi.



Kuva 14. Mikron päämenu.

Käytettäessä KASO:a ilman verkkoyhteyttä, esim. maastossa kannettavassa mikrossa, on C:-levyaseman ratatied-hakemistoon luotava ratateknisessä laskennassa käytettävät hakemistot geometr, jonot, kartoitu, kilom, koordi ja piirto.

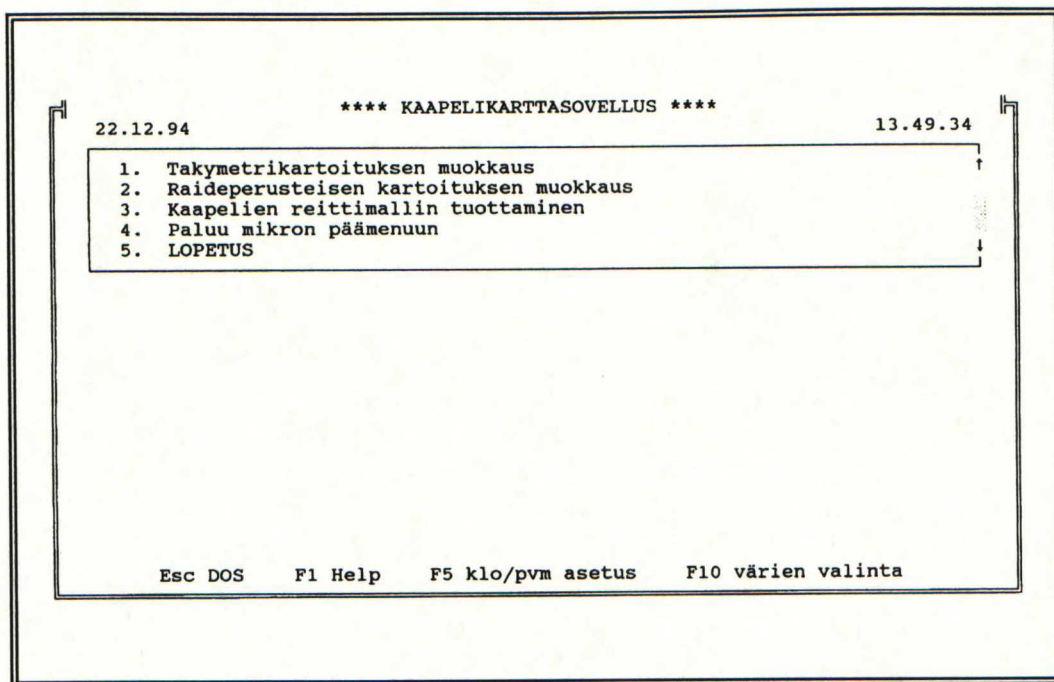
Sovellusta ei saa käyttää ilman verkkoyhteyttä muuta kuin maastossa kartoitusten tarkistamiseksi. Silloinkin joudutaan aineisto ajamaan uudestaan verkkoversiona toimistossa.

Kannettavan version valinta aiheuttaa C:-levyaseman määrittelyn *subst*-komennolla myös Z:-asemaksi, ratateknisen laskennan hakemistopolkua varten. Molemmissa, sekä verkkoversiossa että kannettavan versiossa, siirrytään käyttöliittymän hakemistoon ja kopioidaan *menu1.paa*-tiedosto *menu1.dat*-tiedostoksi ja *menu2.paa*-tiedosto *menu2.dat*-tiedostoksi. Uusi-komento vaihtaa näytölle kaapeli-karttasovelluksen päämenun. Verkkoversion ja kannettavan version valinnan tuottama päämenun ulkonäkö on samanlainen.

9.3.3 KASO:n päämenu

Sovelluksen päämenu on esitetty kuvassa 15 Käyttäjä voi valita siirtymisen takymetrikartoituksen muokkaukseen, raideperusteisen kartoituksen muokkaukseen tai kaapelien reittimallin tuottamiseen. Jokainen edellinen valinta aiheuttaa kyseisen toimintakokonaisuuden menu-tiedostojen kopioimisen *menu1.dat*- ja *menu2.dat*-tiedostoiksi. Tämän jälkeen komennolla *uusi* tuotetaan halutun toimintakokonaisuuden menu.

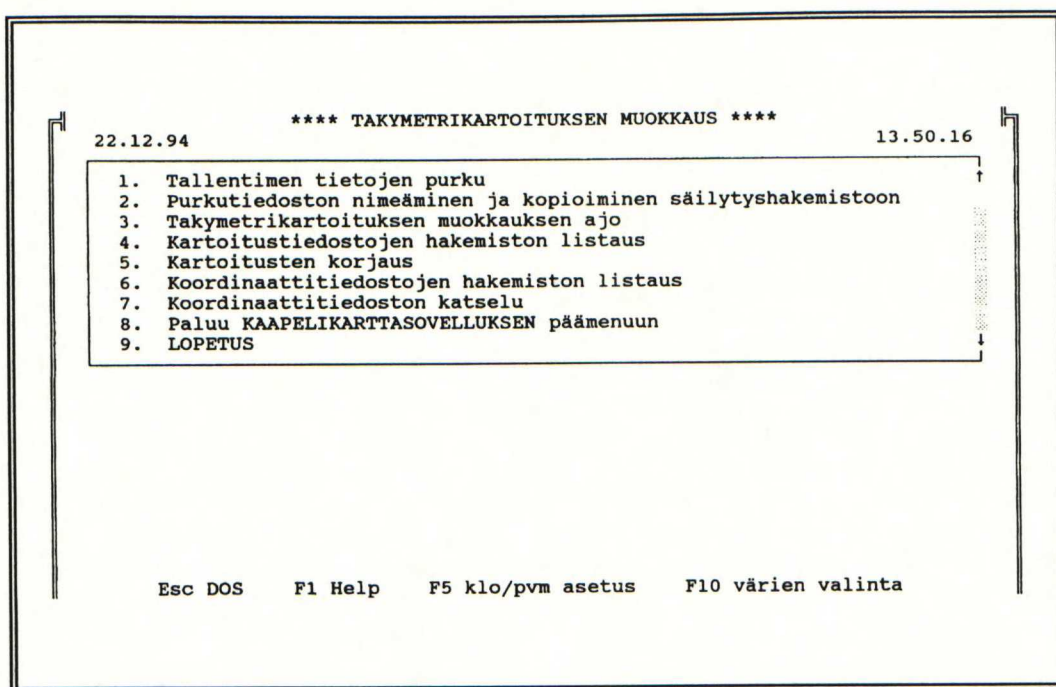
Sovelluksesta poistutaan valinnalla *Paluu mikron päämenuun*. Valinta aiheuttaa joko poistumisen verkosta tai Z:-aseman määrittelyn perumisen. Suoritus jatkuu siirtymisellä C:-levyaseman juureen. Komennolla *uusi* ladataan näytölle mikron päämenu.



Kuva 15. Sovelluksen päämenu.

9.3.4 Takymetrikartoituksen muokkausmenu

Takymetrikartoituksen muokkausmenu on esitetty kuvassa 16. Valikossa on kaikki toiminnot, joita tarvitaan takymetrin maastotallentimen tiedon purkamiseksi ja muokkaamiseksi lopulliseen formaattiin. Tuotettavat tiedostot nimetään käyttäjän antamin nimin oikeisiin hakemistoihin.



Kuva 16. Takymetrikartoituksen muokkausmenu.

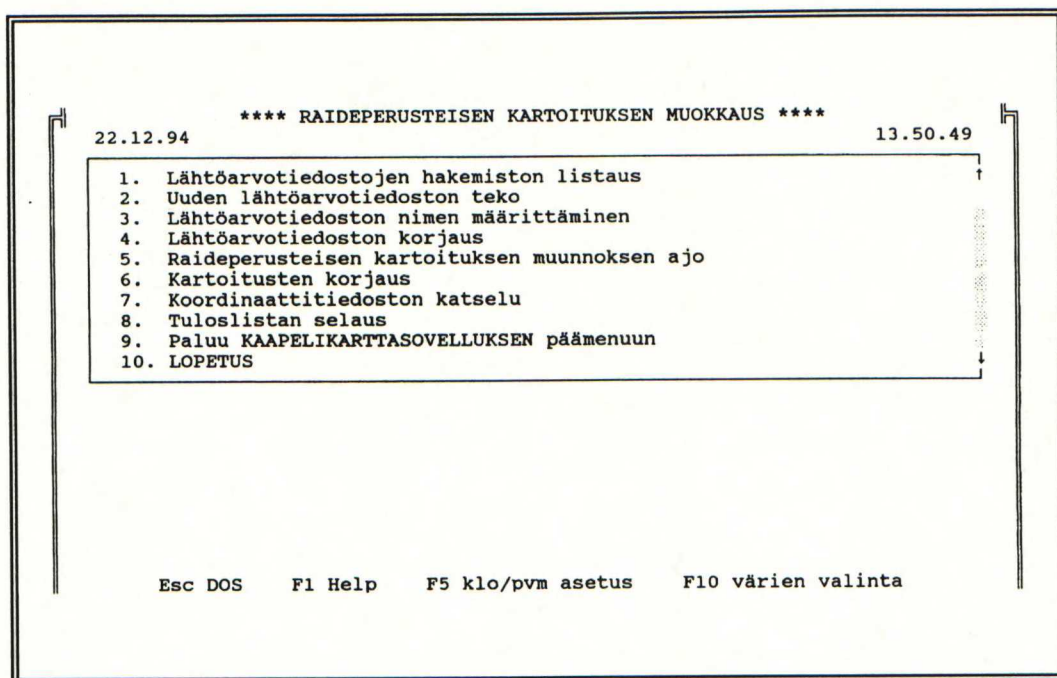
Valinta *Tallentimen tietojen purku* käynnistää Geodimeter System 500 maastotalentimen GDT-purkuohjelman. Purkuohjelman lopetus palauttaa valikon takaisin näytölle.

Purkutiedoston nimeäminen ja kopioiminen säilytyshakemistoon käynnistää tiedoston siirto-ohjelman. Ohjelma ohjaa ja kysyy käyttäjältä tarpeelliset syötteet. Purkutiedoston käsittelyn lisäksi ohjelma tuottaa bat-ohjaustiedostoja.

Takymetrikartoituksen muokkauksen ajo on esitetty myöhemmin tarkemmin omassa kappaleessaan. Muokkauksessa käsitellään talletettuja tunnuksia ja järjestetään tieto oikeaan formaattiin.

9.3.5 Raideperusteisen kartoituksen muokkausmenu

Raideperusteisen kartoituksen muokkausmenu on esitetty kuvassa 17. Valikossa on kaikki toiminnot, joita tarvitaan raideperusteisen kartoituksen muunnoksessa ja muokkaamisessa lopulliseen formaattiin. Käyttäjän on täytynyt syöttää kartoituksesta saatavat tunnuksat käsin mikroon ennen valikon käyttöä.

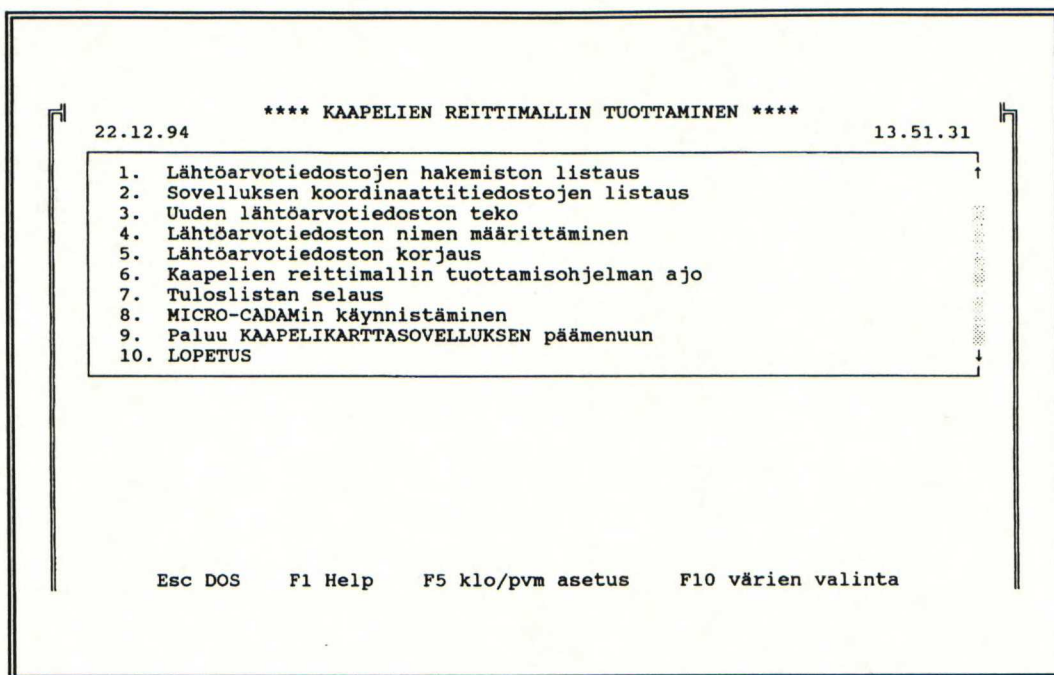


Kuva 17. Raideperusteisen kartoituksen muokkausmenu.

Raideperusteisen kartoituksen muunnoksen ajo valinnan toiminta on esitetty myöhemmin tarkemmin omassa kappaleessaan. Muunnoksessa muunnetaan referenssipisteisiin sidotut ja raiteeseen nähden suorakulmaiset mitat koordinaateiksi. Lopuksi tieto järjestetään oikeaan formaattiin.

9.3.6 Mallin tuottamismenu

Mallin tuottamismenu on esitetty kuvassa 17. Valikossa on kaikki toiminnot, joita tarvitaan kaapelien MicroCADAM-reittimallin tuottamisessa.



Kuva 18. Mallin tuottamismenu.

Kaapelien reittimallin tuottamisohjelman ajo valinnan toiminta on esitetty tarkemmin omassa dokumentissaan. Malli tuotetaan kartoituksista saatavien koordinaattitiedostojen sisältämistä tunnuksista. Malli tuotetaan overlay rakenteiseksi ja se talletetaan CADAMin malliarkistoon lähtöarvotiedoston mukaisilla tiedoilla.

Valinta *MicroCADAMin käynnistäminen* käynnistää MicroCADAMin. MicroCADAMissa voidaan tuotettua mallia katsella ja editoida. Poistuttaessa CADAMista palataan takaisin menuun.

10 OHJELMOINTI

10.1 Takymetrikartoituksen muokkaus

Maastotallentimesta saatava kartoitustiedosto ei sovellu suoraan käytettäväksi ohjelmalliseen CADAM-mallin tuottamiseen. Kartoitustiedoston tieto on ensin muokattava sopivaan formaattiin. Formaatin muokkauksessa tutkitaan sijaintitiedon tarkkuusluokkaa ja korkeuskoordinaatin oikeellisuutta, järjestetään kartoitustieto tietosisällön mukaan sarakkeisiin sekä täydennetään puutteelliset sarakkeet. Tiedon sarakkeet ovat kohdekoodi, selite, x-, y-, h-koordinaatti, reitin tunnus eli viivatunnus sekä tiedon tarkkuusluokka.

Ohjelma tarvitsee lähtötiedostoksi takymetrillä kartoitetun kartoitustiedoston, joka on talletettu kartoitustiedostojen hakemistoon. Muokkauksesta syntyvä koordinaattitiedosto talletetaan saman resurssin ja hakemiston alihakemistoon *koordit*.

Formaatin muokkaukseen liittyy pienempiä ohjelmia varsinaisen muokkausohjelman ohella. Muita muokkaukseen liittyviä ohjelmia ovat tiedoston nimeämisohjelma ja koordinaattitiedostojen listausohjelma. Ohjelmien ohjelmointikielenä on basic.

10.1.1 Ohjelman käyttö

10.1.1.1 Käytön yleiskuvaus

Ohjelman käyttö tapahtuu käyttöliittymän kautta, joten käyttäjän ei välttämättä tarvitse tietää ajettavan tiedoston nimeä eikä sijaintia. Käyttäjän ei myöskään tarvitse tietää lähtö- ja tulostiedostojen sijaintia, koska ohjelma "tuntee" hakemistorakenteen. Käyttäjä käynnistää ohjelman valitsemalla valikosta *Takymetrikartoituksen muokkauksen ajo*. Käyttäjän valinnan jälkeen ohjelma ohjaa ja informoi

käyttäjää vaihteittain.

Valinnan *Takymetrikartoituksen muokkauksen ajo* jälkeen käynnistyy ensin tiedostojen nimeämisohjelma. Nimeämisohjelma kysyy ohjelman tarvitseman lähtötiedoston ja tulostiedoston nimen. Ohjelma pysähtyy aina kun käyttäjältä odotetaan syöttöä. Ohjelman suoritus jatkuu, kun < ENTER > on painettu.

Lähtö- ja tulostiedoston nimeämisen jälkeen käynnistyy varsinainen muokkausohjelma. Muokkausohjelma ei kysy käyttäjältä mitään. Ohjelma lukee kartoitustiedostoa ja tulostaa koordinaattitiedostoon jokaisen kartoituskohteen tunnukset riveittäin, omiin sarakkeisiinsa.

Viimeisenä vaiheena käynnistyy listausohjelma. Listausohjelma kysyy käyttäjältä selittävää tekstiä uudelle koordinaattitiedostolle. Käyttäjä syöttää kysyttäessä tiedoston yksilöivän selityksen. Koordinaattitiedoston nimi selityksineen tallennetaan hlista-nimiseen tiedostoon koordinaattitiedostojen hakemistoon. Tämän jälkeen käyttäjälle ilmoitetaan, että muokkaus on suoritettu ja ohjelma palaa takaisin käyttöliittymään.

10.1.1.2 Tekniset käyttöohjeet ja virhetilanteet

Muokkausohjelman ajaminen ei edellytä muita käyttöliittymän valintoja edellyttäen, että lähtötiedosto on olemassa kartoitushakemistossa. Kaikki ohjelmaan liittyvät tekniset valmistelut tehdään valinnan *Takymetrikartoituksen muokkauksen ajo* jälkeen, ohjauksen mukaan. Tällaisia valmisteluja ovat tiedostojen nimien syöttö muokkausohjelmalle ja tiedostojen tarkistukset. Ohjelman suorituksen jälkeen voidaan lähtötiedostona ollutta kartoitustiedostoa ja tulostiedostona olevaa koordinaattitiedostoa tarkastella käyttöliittymän valikossa olevien valintojen avulla.

Syöttötiedoista aiheutuvia virhetilanteita ovat väärät tiedostojen nimet tai sisällöltään väärä lähtötiedosto. Jos nimettyä kartoitustiedostoa ei löydy kartoitustiedostojen hakemistosta tai tulostiedostona oleva koordinaattitiedosto on jo olemassa, ohjelman suoritus keskeytyy ja käyttäjä saa ilmoituksen virheestä. Jos lähtötiedos-

toksi nimetyn kartoitustiedoston sisältö on väärä ilmoitetaan tästä käyttäjälle ja tuotettu tulostiedosto tuhotaan.

10.1.2 Ratkaisumenetelmän kuvaus

10.1.2.1 Muokkauksen aloitus

Takymetrikartoituksen muokkaus käynnistyy em. valinnalla. Valinta aiheuttaa menu1.dat-tiedostossa valintatekstin alla olevien dos-komentojen suorittamisen järjestyksessä. Ensimmäisenä toteutetaan tiedostojen nimeämis-ohjelma, jossa lähtö- ja tulostiedoston nimet määritetään. Ohjelma tuottaa näytölle kahdet kehykset. Suuremman kehyksen sisällä on ohjaava teksti ja pienemmän kehyksen sisälle käyttäjä kirjoittaa antamansa syötteen. Kehykset tuotetaan aliohjelmassa, jolle annetaan syötteenä kehyksen reunojen sijainti.

Käyttäjän syöttämät tiedostonimet luetaan muuttujiin, joita käytetään data- ja ohjaustiedostojen rakentamisessa. Rakennettuja tiedostoja käytetään muokkausohjelmassa sekä käyttöliittymän valintojen toteuttamisessa. Käyttöliittymän valintoja varten muodostetaan kaksi ohjaus-tiedostoa. Tiedosto kakorj.bat kartoitustiedoston editointia ja tiedosto kokats.bat koordinaattitiedoston katselua varten. Muokkausohjelman suorittamista varten muodostetaan koortied.bat-tiedosto. Lähtötiedoston nimi talletetaan lahtied.dat- ja tulostiedoston nimi tultied.dat-tiedostoon.

10.1.2.2 Tarkistukset

Seuraavaksi suoritetaan menu1.dat-tiedoston mukaan koortied.bat-tiedosto. Koortied.bat-tiedosto luotiin edellisessä tiedostojen nimeämisohjelmassa. Koortied.bat-tiedostossa olevat dos-komennot suoritetaan järjestyksessä. Aluksi tutkitaan onko nimettyä kartoitustiedostoa olemassa. Jos ei ole, tulostetaan asiasta ilmoitus ja palataan käyttöliittymään suorittamatta muokkausohjelmaa. Samoin tapahtuu, jos tulostiedostona oleva koordinaattitiedosto on jo olemassa.

10.1.2.3 Varsinainen muokkaus

Jos lähtö- ja tulostiedostot olivat kunnossa, käynnistyy kartoituksen muokkausohjelma takymuun. Muokkausohjelma alkaa tallennusformaatin kooditiedoston koodisto.dat lukemisella. Tiedoston on oltava käyttöliittymän hakemistossa. Tiedosto sisältää tiedot kartoitustiedostojen kenttien erottimista ja tietosisällön koodeista. Kooditiedoston avulla saadaan kartoitustiedostosta eroteltua kartoituskohteiden talletetut tunnukset.

Seuraavaksi luetaan lähtö- ja tulostiedostojen nimet data-tiedostoista, jotka muodostettiin nimeämisohjelman yhteydessä. Ohjelman suoritus jatkuu avatun lähtötiedoston sisällön lukemisella. Lukeminen tapahtuu aliohjelmassa. Aliohjelma erottelee kentän koodin ja varsinaisen arvon omiin taulukoihinsa samalla indeksillä. Lähtötiedoston lukemisen aliohjelmalla toistetaan kunnes 950 kenttää on luettu tai tiedoston loppu tulee vastaan.

Taulukon arvot sijoitetaan yksitellen silmukassa, tunnuksen mukaisiin, oikeisiin muuttujiin. Silmukkaa toistetaan, kunnes kartoituskohteen kaikki tunnukset on löydetty. Jokaisen kohteen viimeisenä kenttänä on korkeuskoordinaatti. Korkeuskoordinaatista tutkitaan onko se pienempi kuin nolla. Jos on, niin korkeuskoordinaatin muuttujan arvo muutetaan tyhjäksi. Tarkkuusluokkaa ei talleteta kartoitettaessa jokaiselle kohteelle. Se talletetaan vain silloin kun se muuttuu. Tästä johtuen tarkkuusluokka kopioidaan edellisen kohteen muuttujalta, jos sitä ei ole löytynyt ko. kohteelle. Jos kartoitustarkkuusluokka on 2, 3 tai 4, myös tällöin h-koordinaatti jätetään pois lopullisesta tiedostosta kuten edellä. Lisäksi tarkkuusluokka 4 muutetaan tarkkuusluokaksi 1. Kartoituksissa käytettävä 4. tarkkuusluokka tarkoittaa sitä, että tasokoordinaatit ovat tarkkuusluokkaa 1, mutta korkeutta ei tunneta. Kartoituskohteen valmistuttua, eli jos viimeksi tutkittu muuttuja taulukossa oli korkeuskoordinaatti, talletetaan muuttujat riviksi koordinaattitiedostoon omiin sarakkeisiinsa.

Taulukon lukua ja tulostamista jatketaan kunnes tiedoston loppu tulee vastaan. Jos taulukon kentän indeksi 900 tulee vastaan, eikä lähtötiedosto ole loppunut, siivotaan taulukko siten, että 50 tallentamatonta kenttää siirretään taulukon alkuun

ja luetaan tiedostosta lisää kenttiä indeksistä 51 alkaen. Taulukon siivoaminen tapahtuu aliohjelmassa.

Jos lähtötiedoston sisältö ei ole ohjelman "ymmärrettävissä", ohjelma avaa tiedoston vaara.ohj ja tallettaa tiedostoon satunnaista tekstiä. Muokkausohjelman suoritus keskeytyy ja käyttäjä saa viestin asiasta. Ohjelman päätyttyä joko normaalisti tai virheen kautta, palataan jatkamaan koortied.bat-tiedostossa olevia dos-komentoja.

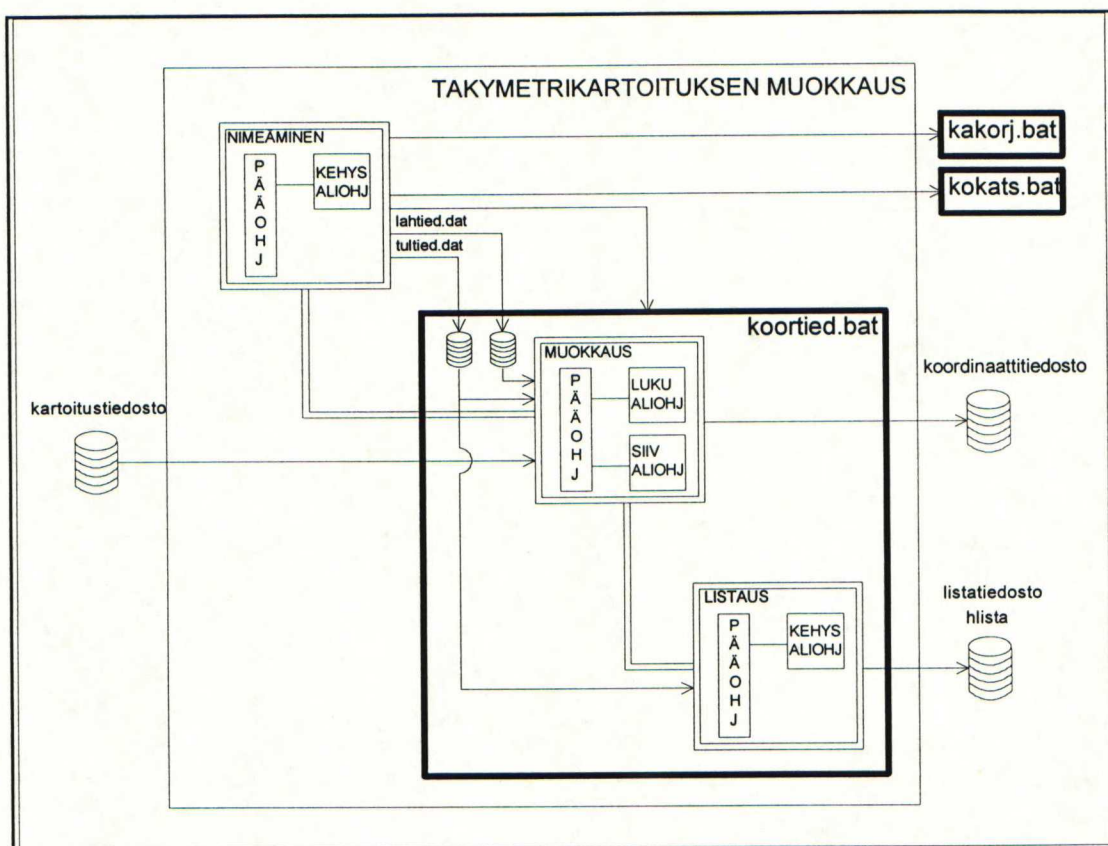
10.1.2.4 Muokkauksen suorituksen tarkistus ja tiedoston selityksen tallentaminen

Muokkausohjelman päätyttyä tutkitaan onko muokkauksessa tapahtunut virheitä, eli onko tiedostoa vaara.ohj olemassa. Jos virheitä on tapahtunut tuhotaan talletettu koordinaattitiedosto ja palataan käyttöliittymän valikkoon. Muussa tapauksessa käynnistetään tiedostojen listausohjelma tiedlist. Listausohjelmassa luetaan tultied.dat-tiedostosta koordinaattitiedoston nimi. Tiedostolle pyydetään yksilöivä selitys käyttäjältä. Tiedostojen listausohjelmassa käytetään samaa kehysaliohjelmaa kuin ohjelmassa, jossa määritettiin tiedostojen nimet. Tiedoston nimi selityksineen talletetaan hlista-tiedostoon. Hlista-tiedostossa on kaikkien tällä sovelluksella tuotettujen koordinaattitiedostojen nimet ja selitykset. Listausohjelman jälkeen käyttäjälle ilmoitetaan muokkaus suoritetuksi ja palataan käyttöliittymän valikkoon.

10.1.3 Ohjelman rakenne

Kuvassa 19 on esitetty takymetrikartoituksen muokkauksen rakennekaavio. Muokkaus alkaa tiedostojen nimeämisohjelmalla. Nimeämisohjelmassa on pääohjelman lisäksi yksi aliohjelma. Nimeämisohjelma tuottaa käyttöliittymää varten kolme ohjaustiedostoa. Koortied.bat-ohjaustiedosto on muokkauksen sisäinen tiedosto, jonka avulla toteutetaan seuraavat ohjelmat. Nimeämisohjelma tuottaa kaksi .dat-datatiedostoa, jotka sisältävät lähtö- ja tulostiedostojen nimet.

Varsinainen muokkausohjelma sisältää kaksi aliohjelmaa. Ohjelma lukee nimeämisohjelman tekemiä .dat-tiedostoja. Tiedostojen perusteella ohjelma osaa lukea oikeaa kartoitustiedostoa ja osaa tallettaa muokkaamansa uuden koordinaattitiedoston oikealla nimellä.



Kuva 19. Takymetrikartoituksen muokkaus.

Listausohjelma sisältää yhden aliohjelman. Muokkausohjelman tapaan ohjelma lukee nimeämisohjelman tekemää tultied.dat-tiedostoa. Ohjelma tallettaa tiedoston nimen ja yksilöivän selityksen hlista nimiseen tiedostoon.

10.2 Raideperusteisen kartoituksen muunnos

Suorakulmaisesta raideperusteisesta kartoituksesta saadaan raiteeseen nähden suorakulmaisia sidemittoja. Sidemitat ovat sidoksissa koordinaateiltaan tunnetuihin referenssipisteisiin. Suorakulmainen mittaustieto on muunnettava taso-

ja korkeuskoordinaateiksi ja muokattava sopivaan formaattiin. Muunnoksessa lasketaan kartoitetuille kohteille koordinaatit ratageometrian, radan korkeustiedon ja referenssipisteiden koordinaattien avulla. Lasketut koordinaatit ja talletetut tunnukset järjestetään sarakkeisiin ja täydennetään puutteelliset sarakkeet. Tiedon sarakkeet ovat kohdekoodi, selite, x-, y-, h-koordinaatti, reitin tunnus eli viivatunnus sekä tiedon tarkkuusluokka.

Muunnos-/formatointiohjelmaan liittyy pienempiä ohjelmia varsinaisen ohjelman ohella. Muunnos-/formatointiohjelman ohjelmointikielenä on fortran ja muiden ohjelmien basic. Ohjelmassa käytetään runsaasti Rto:n valmiita ohjelmamoduleja. Muita ohjelmia ovat lähtöarvotiedoston tarkistusohjelma ja koordinaattitiedostojen listausohjelma.

Ohjelma tarvitsee lähtötiedostoksi PC:lle syötetyn suorakulmaisen kartoituksen kartoitustiedoston, joka on talletettu kartoitustiedostojen hakemistoon. Kartoitustiedostojen hakemisto löytyy rataosaston serveriresurssista \\vrdata3\rtolask hakemiston ratatied alihakemistona nimellä kartoitu. Muunnoksesta syntyvä koordinaattitiedosto talletetaan saman resurssin ja hakemiston alihakemistoon koordi.

10.2.1 Ohjelman käyttö

10.2.1.1 Käytön yleiskuvaus

Ohjelman käyttö tapahtuu käyttöliittymän kautta, joten käyttäjän ei välttämättä tarvitse tietää ajettavan ohjelmätiedoston nimeä eikä sijaintia. Käyttäjän ei myöskään tarvitse tietää lähtö- ja tulostiedostojen sijaintia, koska ohjelma "tuntee" hakemistorakenteen. Ennen ohjelman ajoa käyttäjän täytyy tehdä lähtöarvotiedosto, jossa sijaitsee ohjelman tarvitsemat parametrit. Lähtöarvotiedosto voidaan tehdä esim. valitsemalla valikosta *Uuden lähtöarvotiedoston teko*. Tämän jälkeen on vielä määritettävä lähtöarvotiedoston nimi valinnalla *Lähtöarvotiedoston nimen määrittäminen*.

Käyttäjä käynnistää muunnos-/formatointiohjelman valitsemalla valikosta *Raideperusteisen kartoituksen ajo*. Muunnos-/formatointiohjelman suorituksen aikana käyttäjältä ei kysytä mitään parametrejä, vaan kaikki tarpeellinen tieto luetaan suoraan lähtöarvotiedostosta.

Muunnos-/formatointiohjelman onnistuneen suorituksen jälkeen käynnistyy listausohjelma, kuten takymetrikartoituksen muokkauksessa. Käyttäjältä kysytään tuotetun tiedoston yksilöivä selitys. Nimi selityksineen talletetaan hlista nimiseen tiedostoon. Tämän jälkeen käyttäjälle ilmoitetaan, että muunnos on suoritettu ja ohjelma palaa takaisin käyttöliittymään.

10.2.1.2 Tekniset käyttöohjeet ja virhetilanteet

Muunnos-/formatointiohjelman ajaminen edellyttää lähtöarvotiedoston määrittämistä ohjelmalle. Lähtöarvotiedostossa annetaan kaikki ohjelman tarvitsemat tiedostojen nimet ja muut parametrit. Tarpeellisia tiedostoja ovat geometriatiedosto, kilometri- ja korkeustiedosto, referenssipisteiden tiedostot, kartoitustiedosto sekä tulostiedosto. Muita parametrejä ovat pituusmittaraiteen parametrit sekä tulostusparametrit. Lähtötiedostona oleva kartoitustiedosto on tehtävä käsin jollakin editorilla tai tekstinkäsittelyohjelmalla. Vaatimuksena on, että tiedosto on oltava ascii-muodossa ja kartoitusohjeen mukaisessa formaatissa.

Lähtöarvotiedoston nimen määrittämättä jättäminen johtaa Muunnos-/formatointiohjelman keskeytymiseen. Syöttötiedoista aiheutuvia virhetilanteita ovat väärät tiedostojen nimet, sisällöltään väärä kartoitustiedosto tai kartoitustiedostossa olevat tuntemattomat referenssipisteet. Jos kartoitustiedostoa ei löydy kartoitustiedostojen hakemistosta tai tulostiedostona oleva koordinaattitiedosto on jo olemassa, ohjelman suoritus keskeytyy ja käyttäjä saa ilmoituksen virheestä. Jos kartoitustiedoston sisältö on väärä tai referenssipistettä ei löydy, ohjelma ilmoittaa käyttäjälle, että kyseessä on tuntematon referenssi ja ohjelman suoritus keskeytyy. Ohjelman suorituksen onnistuttua käyttäjälle ilmoitetaan ohjelman suorituksen aloitus- ja lopetusaika.

10.2.2 Ratkaisumenetelmän kuvaus

10.2.2.1 Muokkauksen aloitus

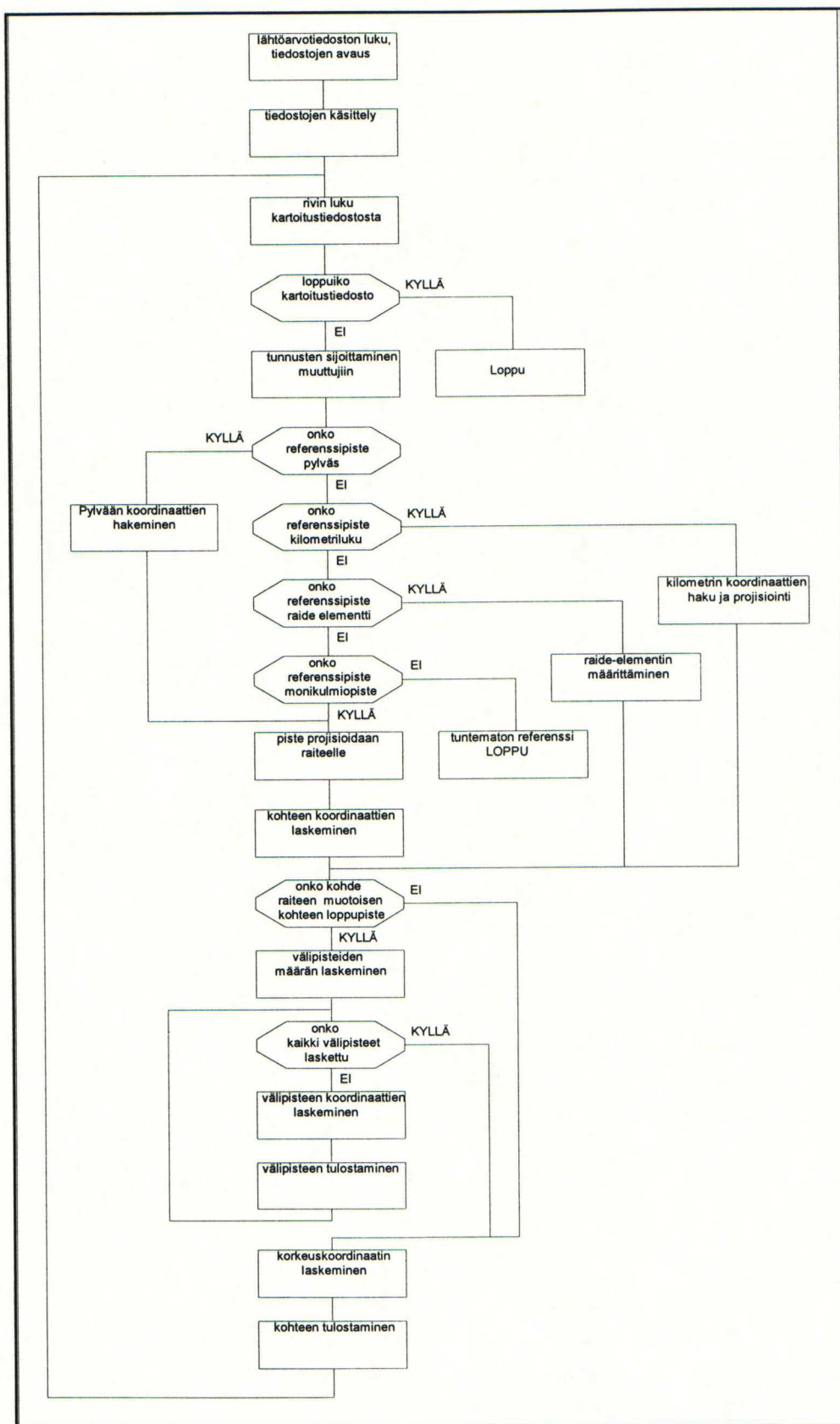
Suorakulmaisen kartoituksen muokkaus-/formatointiohjelma käynnistyy em. valinnalla. Valinta aiheuttaa menu1.dat-tiedostossa valintatekstin alla olevien dos-komentojen suorittamisen järjestyksessä. Ensimmäisenä tarkistetaan onko annettu lähtöarvotiedosto tätä ohjelmaa varten. Jos lähtöarvotiedosto on väärä ilmoitetaan tästä käyttäjälle ja ohjelman suoritus keskeytetään.

10.2.2.2 Tarkistukset

Seuraavaksi suoritetaan menu1.dat-tiedoston mukaan koortied.bat-tiedosto. Koortied.bat-tiedosto on luotu lähtöarvotiedoston nimen määrittämisen yhteydessä. Koortied.bat-tiedostossa olevat dos-komennot suoritetaan järjestyksessä. Aluksi tutkitaan onko lähtöarvotiedostossa annettua kartoitustiedostoa olemassa. Jos ei ole, tulostetaan asiasta ilmoitus ja palataan käyttöliittymään suorittamatta muokkaus-/formatointiohjelmaa. Samoin tapahtuu, jos tulostiedostona oleva koordinaattitiedosto on jo olemassa.

10.2.2.3 Varsinainen muokkaus

Jos lähtö- ja tulostiedostot olivat kunnossa, käynnistyy kartoituksen muokkaus-/formatointiohjelma. Muokkaus-/formatointiohjelman suoritus on esitetty vuokaaviossa kuvassa 20. Ohjelma alkaa lahtotie.dat-tiedoston avaamisella ja lukemisella. Lahtotie.dat-tiedosto on luotu lähtöarvotiedoston nimen määrittämisen yhteydessä. Tiedosto sisältää lähtöarvotiedoston nimen. Lähtöarvotiedosto avataan ja sen sisältö luetaan.



Kuva 20. Raideperusteisen kartoituksen vuokaavio.

Lähtöarvotiedoston alussa on enintään viisi otsikkoriviä. Otsikkorivien jälkeen käsitellään lähtöarvotiedostossa olevat tiedostonimet. Tiedostot avataan ja tarpeelliset arvot luetaan ohjelman muuttujiin. Ohjelma lukee ja tulostaa tulostusparametrien mukaan ratageometriatiedostot sekä kilometri- ja korkeustiedostot. Pylväskoordinaattitiedostosta luetaan pylväsreferenssipisteiden nimet ja koordinaatit taulukkoon.

Lähtöarvotiedoston käsittelyn jälkeen alkaa kartoitustiedoston lukeminen. Kartoitustiedostoa luetaan silmukassa kartoituskohde kerrallaan. Kohteen mitatut ja talletetut tunnuksat sijoitetaan omiin muuttujiinsa. Sijoituksen jälkeen tutkitaan mistä pituusreferenssikohteesta on kysymys ja haetaan ko. referenssipisteen koordinaatit muuttujaan.

Tasokoordinaattien laskeminen alkaa referenssipisteen projisioinnilla. Piste projisoidaan pituusmittauksen yhteydessä määritetylle raiteelle eli pituusmittaraitteelle. Seuraavaksi tutkitaan millä raidegeometrian elementillä projisioitu piste sijaitsee ja mikä on sen etäisyys elementin alkupisteestä. Mittauksesta saatu pituusmitta lisätään etäisyyteen ja lasketaan uusi piste elementille. Lasketaan uuden pisteen kohdalta lähtevän, pituusmittaraitteeseen nähden kohtisuoran linjan ja sivumittaraitteen leikkauspiste. Sivumittaraitte on raide, jolta kohtisuora sivumitta on mitattu. Leikkauspiste projisoidaan edelleen sivumittaraitteelle ja lasketaan tangentin suunta ko. pisteessä. Kartoituskohteen koordinaatit saadaan laskemalla edellä projisoidusta pisteestä tangentin suuntaan nähden kohtisuoralla suunnalla ja mitatulla sivumitalla.

Raideperusteisessa suorakulmaisessa kartoituksessa on mahdollisuus määrittää kohde raiteen muotoiseksi. Tällöin kohteelle on laskettava välipisteitä mitattujen pisteiden väliin. Jos muototunnus osoittaa edellisen ja nyt lasketun pisteen olevan raiteenmuotoisen kohteen alku- ja loppupiste, siirrytään välipisteiden laskemiseen. Muussa tapauksessa siirrytään suoraan korkeuskoordinaatin laskemiseen.

Välipisteiden laskeminen alkaa kohteen alku- ja loppupisteen projisioinnilla sivumittaraitteelle. Projisioinnista saatavien etäisyyksien avulla saadaan laskettua pisteiden välinen etäisyys raidetta pitkin, sekä tarpeellisten välipisteiden määrä ja

etäisyys toisistaan. Välipisteiden koordinaattien varsinainen laskeminen suoritetaan silmukassa, jota toistetaan välipisteiden määrän verran. Silmukassa kohteen alkupisteen pituusmittaan lisätään välipisteille määritetty etäisyys ja lasketaan uusi piste. Uusi piste projisoidaan sivumittaraiteelle ja lasketaan tangentin suunta ko. pisteessä. Kartoituskohteen koordinaatit saadaan laskemalla edellä projisoidusta pisteestä tangentin suuntaan nähden kohtisuoralla suunnalla sekä kohteen alku- ja loppupisteen avulla määritetyllä sivumitalla. Välipiste tulostetaan tulostiedostoon oikeaan formaattiin. Jos kaikki välipisteet on laskettu tai välipisteitä ei tarvinnut laskea, ohjelman suoritus jatkuu korkeuskoordinaatin laskemisella. Välipisteille ei korkeutta voida määrittää.

Korkeuskoordinaattia ei lasketa, jos kartoitustiedostosta ei löydy arvoa syvyysmuuttujalle. Tällöin siirrytään suoraan tulostamiseen. Korkeuskoordinaatti lasketaan ratageometrian korkeustiedon avulla. Laskettu kartoituspiste projisoidaan sivumittaraiteelle, jolta kohteen syvyys on mitattu. Selvitetään raiteen korkeusviivan korkeus projisoidun pisteen kohdalta. Tästä korkeudesta vähennetään kohteen mitattu syvyys ja saadaan kohteen todellinen korkeusasema.

Kartoituskohteen tunnukset talletetaan oikeassa muodossa tulostiedostoon. Lopuksi talletetaan kohteen muuttujien arvot seuraavia rivejä varten. Kartoitustiedostoa tehtäessä voidaan sarakkeet, joiden arvo ei muutu, jättää tyhjäksi. Jos kartoitustiedoston kaikki kohteet on käyty läpi ohjelman suoritus loppuu. Jos ohjelman suoritus menee läpi ilman virheitä, lopetuksen yhteydessä avataan ok.ohj-tiedosto, johon sijoitetaan satunnaista tekstiä. Tiedoston avulla voidaan myöhemmin tarkistaa ohjelman oikea suoritus. Ohjelman päätyttyä palataan jatkamaan koortied.bat-tiedostossa olevia dos-komentoja.

10.2.2.4 Muunnoksen suorituksen tarkistus ja tiedoston selityksen tallentaminen

Muunnos-/formatointiohjelman päätyttyä tutkitaan onko muunnoksessa tapahtunut virheitä, eli onko tiedostoa ok.ohj olemassa. Virheitä on tapahtunut, jos tiedostoa ei ole olemassa. Tällöin käyttäjä voi lukea näytöltä syyn epäonnistumiseen.

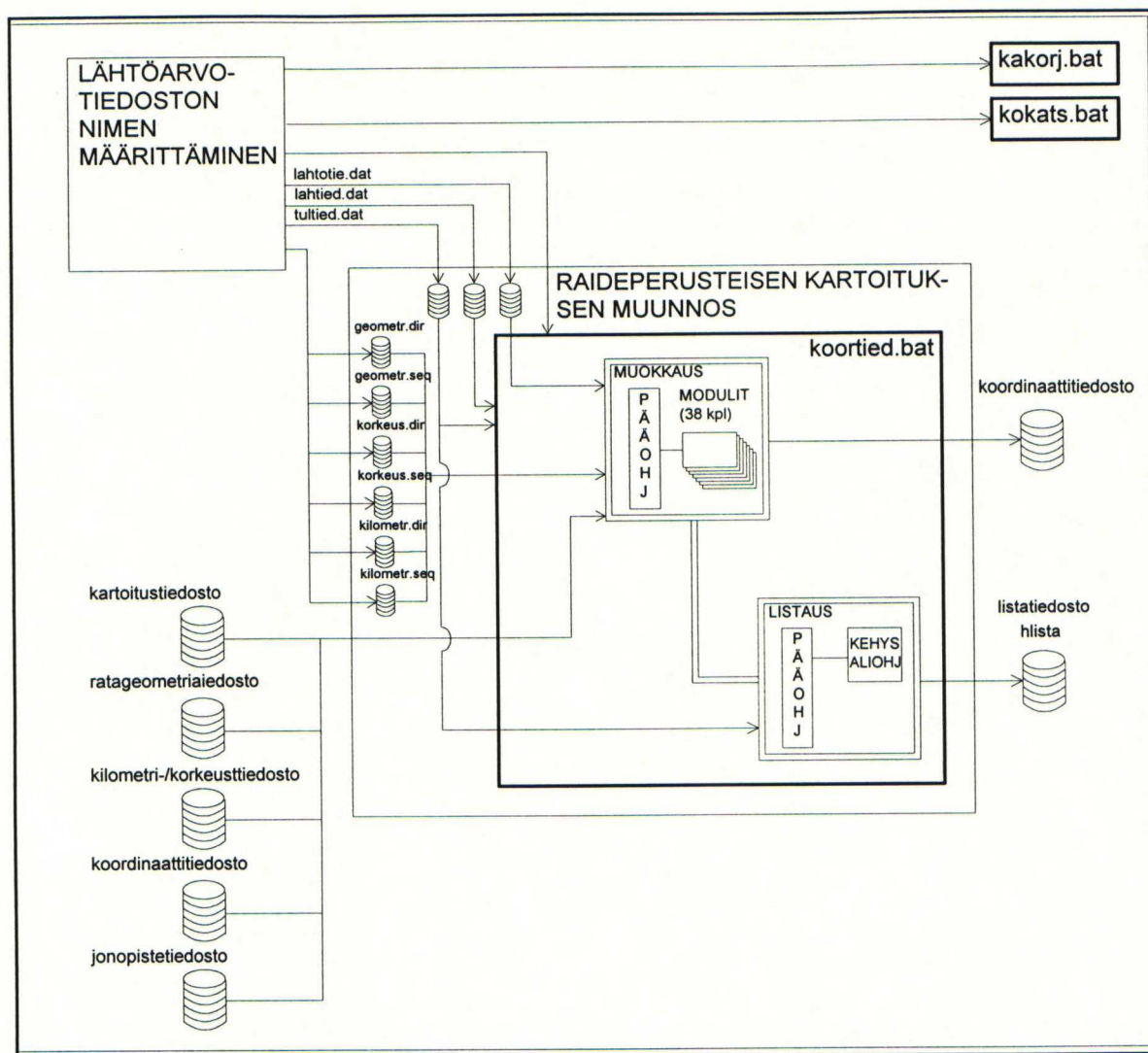
Talletettu koordinaattitiedosto tuhotaan ja palataan käyttöliittymän valikkoon. Muussa tapauksessa käynnistetään tiedostojen listausohjelma. Listausohjelmassa luetaan tultied.dat-tiedostosta koordinaattitiedoston nimi. Tiedostolle pyydetään yksilöivä selitys käyttäjältä. Tiedostojen listausohjelmassa käytetään samaa kehysaliohjelmaa kuin ohjelmassa, jossa määritettiin tiedostojen nimet. Tiedoston nimi selityksineen talletetaan hlista-tiedostoon. Hlista-tiedostossa on kaikkien tällä sovelluksella tuotettujen koordinaattitiedostojen nimet ja selitykset. Listausohjelman jälkeen käyttäjälle ilmoitetaan muunnos suoritetuksi ja palataan käyttöliittymän valikkoon.

10.2.3 Ohjelman rakenne

Kuvassa 21 on esitetty raideperusteisen suorakulmaisen kartoituksen muunnos. Ennen varsinaista muunnosta on tehtävä lähtöarvotiedoston nimen määrittäminen. Lähtöarvotiedoston nimen määrittäminen suoritetaan käyttöliittymässä omalla valinnallaan. Nimen määrittämisen yhteydessä luodaan käyttöliittymää varten kolme .bat-ohjaustiedostoa, kolme .dat-datatiedostoa sekä dir- ja seq-loppuiset suorasaantitiedostot. Koortied.bat-tiedostolla ohjataan muunnoksen ajoa ja suoritetaan tarpeelliset tarkistukset.

Muunnos käynnistetään käyttöliittymän valinnalla *Raideperusteisen kartoituksen muunnoksen ajo*. Ensin käynnistyy varsinainen muunnos-/formatointiohjelma. Ohjelma koostuu pääohjelmasta sekä 38 valmiista ohjelmamodulista. Pääohjelma lukee lähtöarvotiedoston nimen määrittämisen yhteydessä luotua lahtotie.dat-tiedostoa. Lahtotie.dat-tiedostosta ohjelma saa tarvitsemiensa geometria-, kilometri-, korkeus-, referenssipiste- ja kartoitustiedostojen nimet. Suorasaantitiedostoja tarvitaan joissakin moduleissa. Ohjelma tuottaa koordinaattitiedoston oikeassa formaatissa.

Jos muunnos/formatointi onnistui käynnistyy listausohjelma. Listausohjelma sisältää yhden aliohjelman. Ohjelma lukee nimeämisohjelman tekemää tultied.dat-tiedostoa. Ohjelma tallettaa tiedoston nimen ja yksilöivän selityksen hlista-nimiseen tiedostoon.

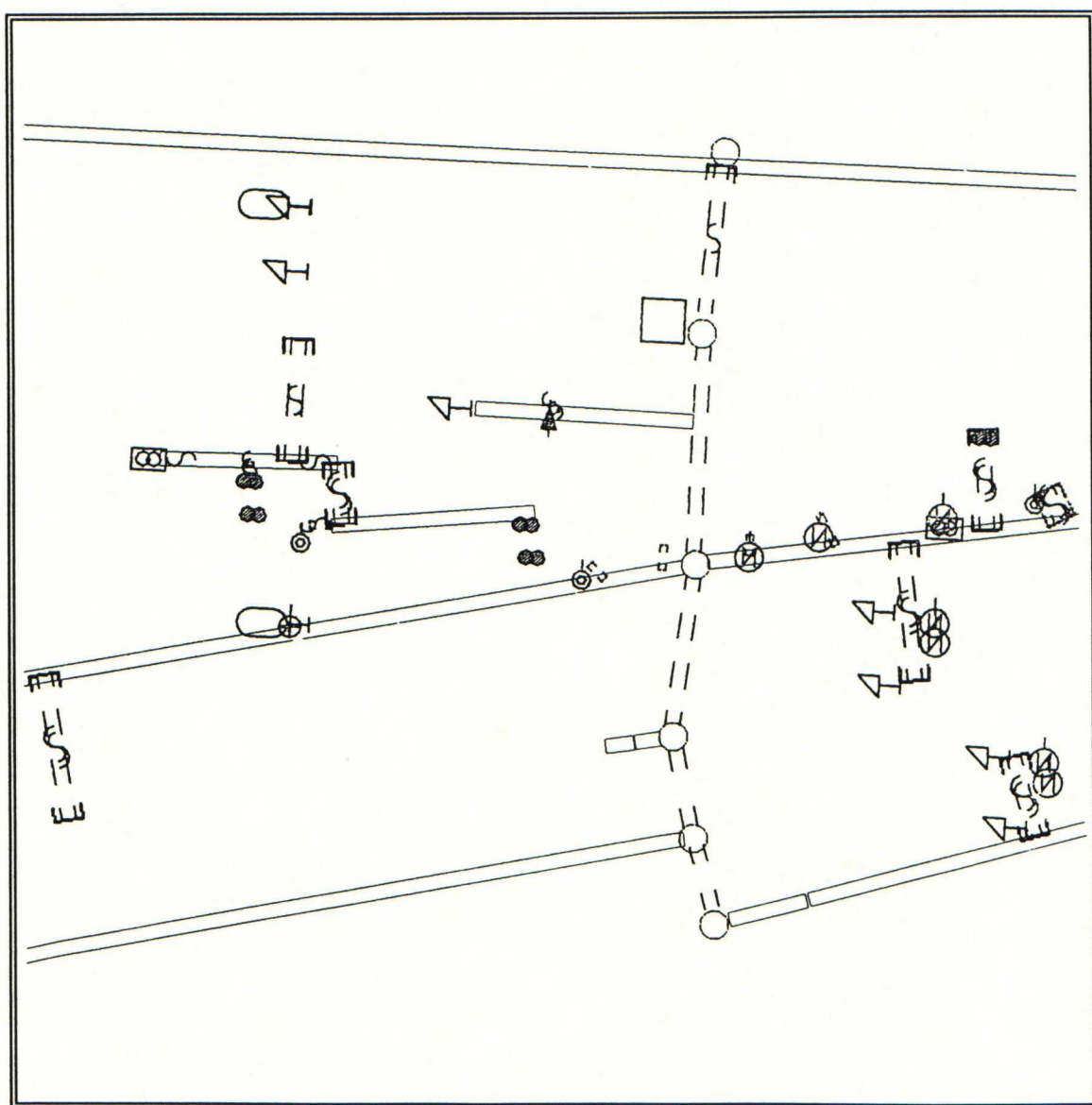


Kuva 21. Suorakulmaisen kartoituksen muunnos.

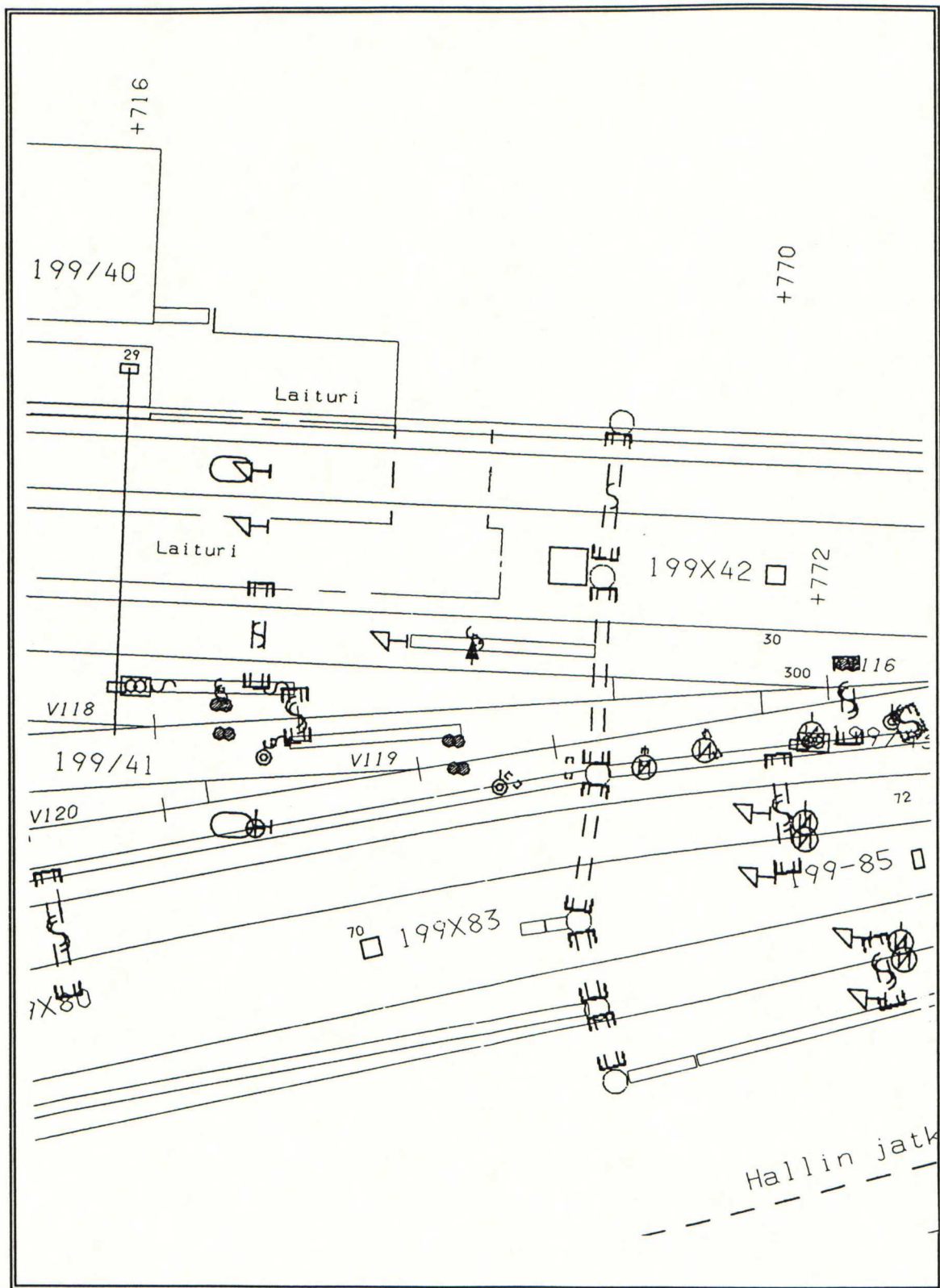
10.3 Mallin tuottaminen

Takymetrikartoituksen muokkauksen ja raideperusteisen kartoituksen muunnoksen lopputuotteina saadaan koodattu koordinaattimuodossa oleva kaapelireittien ja laitteiden sijaintitieto. Sijaintitiedosta tuotetaan ohjelmallisesti kaapelien CADAM-reittimalli. Mallin tuottamisohjelma lukee koordinaattitiedostoa ja tuottaa mallille koodauksen mukaisia geometrisiä elementtejä. Tuotettavassa mallissa käytetään CADAMin overlay-rakennetta ja settejä. Overlay-rakenne koostuu viidestä osamallista, jotka käsittävät tietyn kohdeluokan. Kohdeluokkia ovat: reitit, laitetilat, energialaitteet, tietoliikennelaitteet ja turvalaitteet. Useilla pisteillä

määritetyistä jatkuvista kohteista tehdään settejä, joihin kohteen elementit kasataan. Jokaiselle elementille annetaan attribuuttitietona kohteen koordinaatit, tarkkuusluokka, koodi ja selite. Kuvassa 22. on esitetty osa ohjelmallisesti tuotetusta reittimallista Turun ratapihalla koetyönä suoritetusta takymetrikartoituksen tuottamasta ja muokkausohjelmalla käsitellystä koodatusta koordinaattiaineistosta. Ohjelman tuottamaa mallia on editoitava MicroCADAMin toiminnoin. Kuvassa 23. on reittimalliin yhdistetty ratageometriaa, sähköistysrakenteita sekä muita rakenteita kuvaavat mallit.



Kuva 22. Kaapeleiden ja laitteiden reittimalli



Kuva 23. Kaapeleiden reittimallin, raidegeometriamallin, sähköistysrakenteiden mallin ja muita rakenteita esittävän mallin yhdistelmäkuva.

Mallin tuottamisohjelma on ACCESSissa ajettavan ac2userp()-nimisen pääohjelman aliohjelma. Tämä siksi, että ACCESS-tuote vaatii standardinsa mukaisen ajokelpoisen sovelluksen nimen. Objektimodulikirjastossa on vaatimukset täyttävä ajokelpoinen valmis moduli, jonka aliohjelmaksi sovelluskohtainen mallin tuottamisohjelma on sijoitettu. Mallin tuottamisohjelman ohjelmointikielenä on fortran. Ohjelmassa käytetään Rto:n valmiita ohjelmamoduleja. Sovellus käynnistetään MicroCADAMin ulkopuolelta (Batch) eräajotyypillisesti.

Ohjelma tarvitsee lähtötiedostoksi koodatun koordinaattitiedoston, joka on talletettu koordinaattitiedostojen hakemistoon. Koordinaattitiedostojen hakemisto löytyy rataosaston serveriresurssista \\vrdata3\rtolask hakemiston ratatied alihakemistona nimellä koordi. Ohjelman lopputuotteena syntyvät mallit talletetaan CADAMin malliarkistoon.

10.3.1 Ohjelman käyttö

10.3.1.1 Käytön yleiskuvaus

Ohjelman käyttö tapahtuu käyttöliittymän kautta, joten käyttäjän ei välttämättä tarvitse tietää ajettavan ohjelmätiedoston nimeä eikä sijaintia. Käyttäjän ei myöskään tarvitse tietää lähtö- ja tulostiedostojen sijaintia, koska ohjelma "tuntee" hakemistorakenteen. Ennen ohjelman ajoa käyttäjän täytyy tehdä lähtöarvotiedosto, jossa sijaitsee ohjelman tarvitsemat parametrit. Lähtöarvotiedosto voidaan tehdä esim. valitsemalla valikosta *Uuden lähtöarvotiedoston teko*. Tämän jälkeen on vielä määritettävä lähtöarvotiedoston nimi valinnalla *Lähtöarvotiedoston nimen määrittäminen*. Käyttäjä käynnistää mallin tuottamisohjelman valitsemalla valikosta *Kaapelien reittimallin tuottamisohjelman ajo*. Ajon aikana käyttäjältä ei kysytä mitään parametrejä, vaan kaikki tarpeellinen tieto luetaan suoraan lähtöarvotiedostosta.

10.3.1.2 Tekniset käyttöohjeet ja virhetilanteet

Mallin tuottamisohjelman ajaminen edellyttää lähtöarvotiedoston määrittämistä ohjelmalle. Lähtöarvotiedostossa annetaan kaikki ohjelman tarvitsemat tiedostojen nimet ja muut parametrit. Tarpeellisia tiedostoja ovat ratageometriatiedosto, kilometri- ja korkeustiedosto, koordinaattitiedosto sekä kooditiedosto, joka sisältää koodeja vastaavien symbolien ja viivatyyppien numerot. Muita parametrejä ovat pituusmittaraiteen parametrit, tulostusparametrit, mallin eli kuvan nimen ja arkiston parametrit, origon siirron parametrit sekä mittakaavan parametrit.

Mallin tuottamisohjelman keskeytymiseen johtaa ainoastaan lähtöarvotiedoston nimen määrittämättä jättäminen tai sisällöltään väärä koordinaattitiedosto. Jos ratageometriatiedosto ja kilometri-/korkeustiedosto on väärä, ohjelman suoritus jatkuu normaalisti, mutta muodostetut symbolit eivät kierry oikeaan asentoon.

10.3.2 Ratkaisumenetelmän kuvaus

10.3.2.1 Ohjelman aloitus

Mallin tuottamisohjelma käynnistyy em. valinnalla. Valinta aiheuttaa menu1.dat-tiedostossa valintatekstin alla olevien dos-komentojen suorittamisen järjestyksessä. Ensimmäisenä tarkistetaan onko annettu lähtöarvotiedosto tätä ohjelmaa varten. Jos lähtöarvotiedosto on väärä ilmoitetaan tästä käyttäjälle ja ohjelman suoritus keskeytyy.

10.3.2.2 Varsinainen mallin tuottaminen

Jos lähtöarvotiedosto on kunnossa, sovellus käynnistyy batchacc-modulilla. Ohjelman suoritus alkaa pääohjelmasta. Pääohjelma suorittaa tarpeelliset alustukset ja kutsuu mallin tuottamisaliohjelmaa. Mallin tuottamisaliohjelman suoritus on esitetty vuokaaviossa kuvassa 24. Vuokaaviossa ei ole esitetty yksittäisiä sijoitus-

lohkoja, vaan pelkästään toimintakokonaisuuksia esittävät tekstilohkot.

Ohjelma alkaa lähtöarvotiedoston lukemisella. Lähtöarvotiedoston lukemisessa, tiedostojen avaamisessa ja tarpeellisten oletusarvojen sekä luettujen parametrien asettamisessa käytetään hyväksi valmiita moduleita. Viimeisenä luetaan oletusmittakaavaluku. Mittakaavaluvun avulla määritetään symbolien skaalauskerroin ja kahdella viivalla esitettävien kohteiden viivojen etäisyydet toisistaan.

Pääsilmut

Kaapelien reittimallin overlay-rakenne tuotetaan ohjelman pääsilmutissa. Pääsilmutta täytyy toistaa viisi kertaa. Osamallit piirretään valmiiksi yksi kerrallaan. Ensimmäisellä kierroksella piirretään reittimalli, toisella laitetilamalli, kolmannella energialaitemalli, neljännellä tietoliikennelaitemalli ja viidennellä turvalaitemalli. Pääsilmut alkaa käsittelyvuorossa olevan mallin avaamisella. Ohjelman suoritus jatkuu toisen silmukan alusta, jossa luetaan avatusta koordinaattitiedostosta yksi rivi, jossa on yhden kohteen tunnukset. Tunnukset erotellaan omiksi muuttujiksi ja sijoitetaan omiin taulukoihinsa. Jos lukemisessa tuli vastaan koordinaattitiedoston loppu siirtyy ohjelman suoritus pääsilmutin lopun kautta pääsilmutin alkuun.

Luetun kohteen koodin perusteella etsitään gkoodit-tiedostosta kohdetta vastaavan symbolitaulun, symbolin, viivan ja overlayn numerot. Jos kohdetta vastaavan overlayn numero ja pääsilmutin kierroksen numero on sama, tulee kohde kyseiselle overlaylle. Jos ei, ohjelman suoritus siirtyy toisen silmukan loppuun ja sieltä takaisin uuden pisteen lukemiseen, silmukan alkuun.

Jos kohde piirretään käsiteltävälle overlaylle tutkitaan seuraavaksi kohteen viivatyypin avulla kohteen piirtämistapaa. Kohde on voitu mitata yhdellä, kahdella tai useammalla pisteellä, jolloin kyseessä on ns. jatkuva kohde. Jos kyseessä on yhdellä tai kahdella pisteellä esitettävä kohde ohjelman suoritus siirtyy kohteen piirtämiseen. Muussa tapauksessa kyseessä on jatkuva kohde ja ohjelman suoritus jatkuu seuraavilta riveiltä ellei kohteen viivatyypinumerolla olevaa

kohdetta ole jo piirretty. Jos viivatyypinnumero on jo piirretty siirtyy ohjelma toisen silmukan lopun kautta alkuun uuden pisteen lukemiseen.

Jatkuvat kohteet

Jatkuvan kohteen viivat tuotetaan mallille kolmannessa silmukassa yhdellä kertaa. Kohteen pisteet kerätään taulukkoon ja tulostetaan. Jatkuvan kohteen ollessa kyseessä luetaan koordinaattitiedostosta seuraava kohde. Jos luetun rivin viivatunnus ja koodi ovat samat kuin kohteen ensimmäisellä pisteellä, kuuluu luettu kohde samaan jatkuvaan kohteeseen. Tällöin uuden luetun kohteen tunnukset erotellaan omiksi muuttujikseen ja sijoitetaan omiin taulukoihinsa seuraavalla vapaalla indeksillä.

Jos kohteen pistemäärä ei ole 200 eikä koordinaattitiedostoa ole luettu loppuun, ohjelman suoritus siirtyy jatkuvan kohteen silmukan loppuun ja sieltä edelleen uuden pisteen lukemiseen. Muussa tapauksessa kohde piirretään mallille. Mallille piirretään pelkkä piste ja annetaan pisteelle attribuuttitieto, jos jatkuvaksi kohteeksi määritetyssä kohteessa olikin vain yksi piste. Muussa tapauksessa tutkitaan piirretäänkö kohde kahdella vai yhdellä viivalla. Kahdella viivalla piirrettäessä määritetään ensin viivojen etäisyys toisistaan. Tämän jälkeen lasketaan kohteen reunaviivojen kulmien pisteet omiin taulukoihinsa. Reunaviivat ovat yhtä kaukana kohteen keskilinjasta. Laskennan jälkeen piirretään kohde viiva kerrallaan ja liitetään samalla toiseen reunaviivaan keskilinjan alkupisteen attribuuttitieto. Kohteen viimeiseen reunaviivaan liitetään sekä alku- että loppupisteen attribuuttitieto. Yhdellä viivalla esitettävä kohde piirretään suoraan koordinaattitiedostosta luettujen pisteiden avulla ja attribuuttitieto liitetään viivaan kuten edellä on kerrottu.

Jatkuvan kohteen piirtämisen jälkeen tutkitaan kohteen pisteiden tarkkuusluokkaa. Jos tarkkuusluokka on kaksi tai kolme, piirretään tarkkuusluokkaa kuvaava symboli kohteen keskilinjalle pisteen viereen. Kohteen kaikki pisteet tutkitaan.

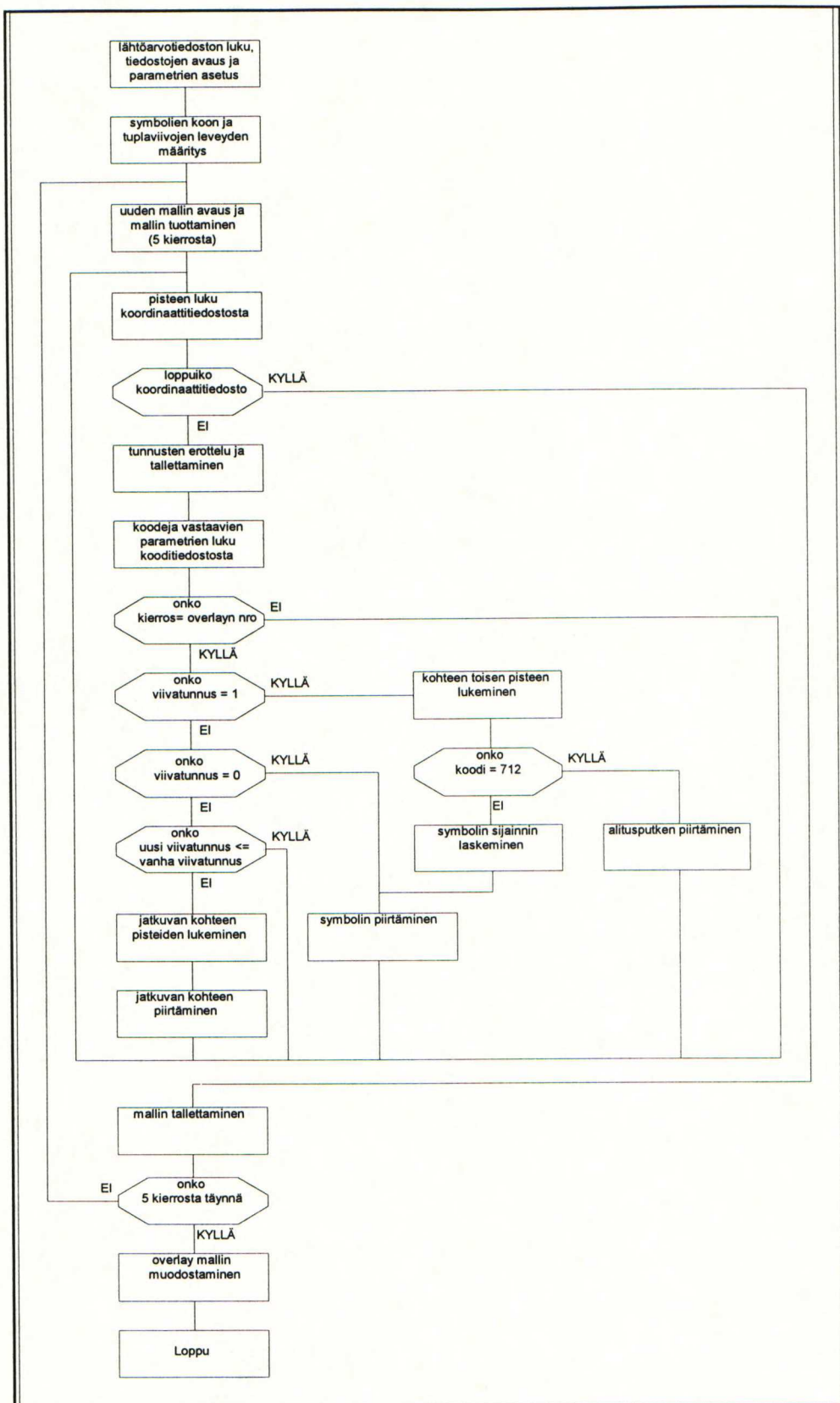
Kohteen pisteindeksin ollessa 200 luetaan kohteen taulukkojen viimeiset arvot ensimmäisiksi, koska kohde todennäköisesti vielä jatkuu. Tämän jälkeen siirrytään jatkuvan kohteen silmukan lopun kautta alkuun lukemaan seuraava piste. Kun kohde on kokonaan piirretty, siirretään koordinaatiston lukupointteri kohteen ensimmäistä pistettä seuraavan pisteen kohdalle. Ohjelman suoritus siirtyy toisen silmukan lopun kautta alkuun, uuden pisteen lukemiseen.

Kahdella pisteellä mitatut kohteet

Kohteen ollessa mitattu kahdella pisteellä siirryttiin suoraan jatkuvan kohteen piirtämisen yli kahdella pisteellä määritettävien kohteiden piirtämiseen. Kahdella pisteellä määritettyjä kohteita voivat olla alitusputket ja kohteet, joiden keskipistettä ei voida mitata. Kohteen toinen piste täytyy olla koordinaattitiedostossa seuraavana eli seuraavaksi luetaan koordinaattitiedostosta seuraava rivi. Kohteen tunnukset erotellaan omiksi muuttujiksi ja sijoitetaan omiin taulukoihinsa.

Piirrettävän kohteen ollessa alitusputki, täytyy laskea kohteen reunaviivojen sijainti, koska alitusputket esitetään kahdella viivalla. Lisäksi on laskettava putken suunta, jota käytetään putkenpäiden symbolien piirtämisessä. Laskemisen jälkeen tulostetaan ensin reunaviivat ja sitten putkenpään symbolit. Symbolit kierretään putken suunnan mukaan. Attribuuttitiedot liitetään putken päihin tuleviin symboleihin. Tarkkuusluokan symbolit piirretään, kuten jatkuvien kohteiden tapauksessa. Ohjelman suoritus siirtyy toisen silmukan lopun kautta alkuun, uuden pisteen lukemiseen.

Kahdella pisteellä mitatun kohteen symbolin piirtämiseksi on ensin laskettava luettujen koordinaattien keskiarvo. Kohteen lasketut keskipisteen koordinaatit on talletettava kohteen attribuuttitiedoksi. Tämän jälkeen siirrytään normaaliin yhdellä pisteellä mitatun kohteen piirtämiseen.



Kuva 24. Mallin tuottamisen vuokaavio.

Yhdellä pisteellä mitatut kohteet

Yhdellä pisteellä mitatun kohteen piirtämisessä määritetään ensin pituusmittaraiteen suunta. Piirrettävä kohde projisoidaan pituusmittaraiteelle ja lasketaan tangentin suunta ko. kohdassa. Symbolien kiertokulmat saadaan tangentin suunnasta lisäämällä suuntaan 200 gon, jos symboli tulisi muuten ylösalaisin. Kiertokulman määrittämisen jälkeen piirretään symboli mallille. Ohjelman suoritus siirtyy toisen silmukan alkuun.

Ohjelman suorituksen lopetus

Kun koordinaattitiedoston kaikki pisteet on luettu ohjelman suoritus siirtyy toisen silmukan alusta pääsilmukan loppuun. Pääsilmukan lopussa käsitelty malli talletetaan ja koordinaatiston lukupointteri siirretään tiedoston alkuun. Ohjelman suoritus jatkuu pääsilmukan alusta, kunnes kaikki viisi osamallia on tuotettu.

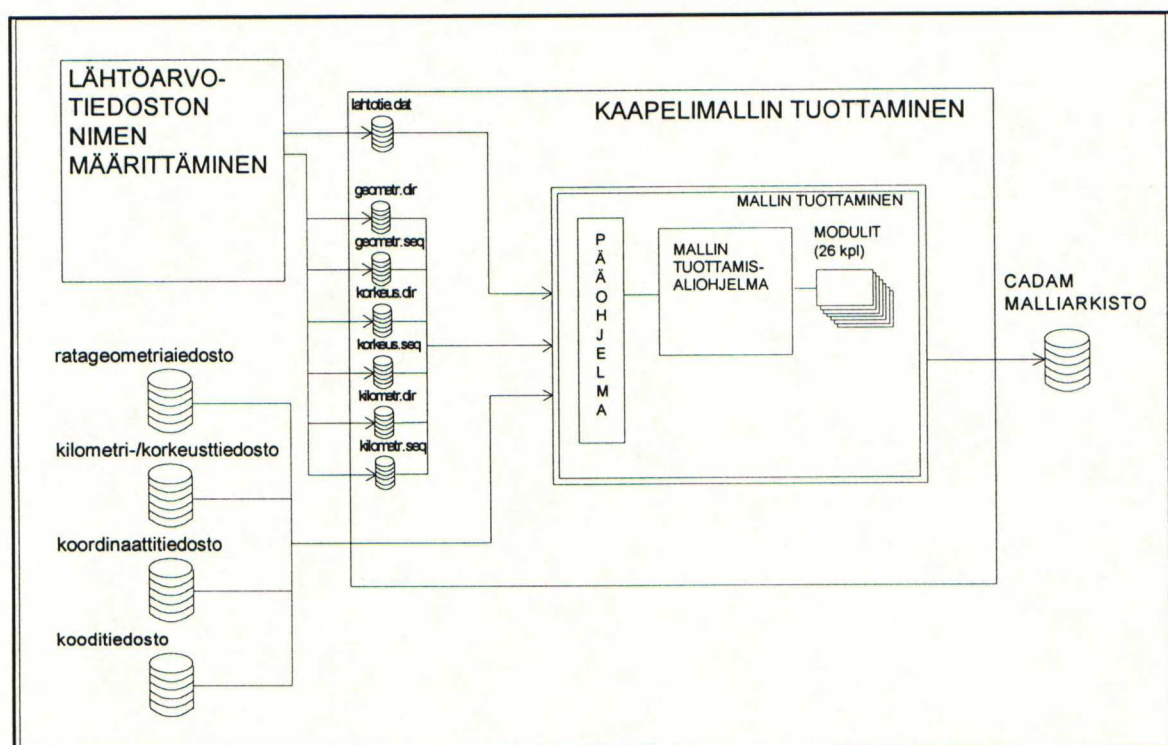
Kun kaikki mallit on tuotettu, muodostetaan overlay. Overlayn emon ja jäsenten nimet eroavat vain tarkentimen osalta. Mallin luomisen yhteydessä määritetään mallien värit. Viimeisenä talletetaan koko overlay-rakenne. Ohjelman suorituksen jälkeen palataan käyttöliittymään.

10.3.3 Ohjelman rakenne

Kuvassa 25 on esitetty mallin tuottamisen rakenne. Ennen varsinaista mallin tuottamista on tehtävä lähtöarvotiedoston nimen määrittäminen. Lähtöarvotiedoston nimen määrittäminen suoritetaan käyttöliittymässä omalla valinnallaan. Nimen määrittämisen yhteydessä luodaan dir- ja seq-loppuiset suorasaantitiedostot.

Mallin tuottaminen käynnistetään käyttöliittymän valinnalla *Kaapelien reittimallin tuottamisohjelman ajo*. Valinnan jälkeen suoritetaan lähtöarvotiedoston tarkistus, jonka jälkeen mallin tuottamisohjelma käynnistyy batchacc-modulin kautta. Ohjelma koostuu pääohjelmasta sekä tätä sovellusta varten luodusta aliohjelmasta.

Mallin tuottamisaliohjelma käyttää 26 valmista ohjelmamodulia. Pääohjelma lukee lähtöarvotiedoston nimen määrittämisen yhteydessä luotua lahtotie.dat-tiedostoa. Lahtotie.dat-tiedostosta ohjelma saa tarvitsemiensa geometria-, kilometri-, korkeus-, koodi- ja koordinaattitiedostojen sekä tuotettavien mallien nimet. Suorasaantitiedostoja tarvitaan joissakin moduleissa. Ohjelma tuottaa CADAM malliarkistoon overlay-rakenteisen kaapelien reittimallin.



Kuva 25. Mallin tuottaminen.

11 KAAPELITIEDONHALLINNAN JATKOKEHITYS

11.1 Laadittuun järjestelmään liittyvät jatkokehitystarpeet

Tärkeimpänä toimenpiteenä laaditun KASO-järjestelmän suhteen on järjestelmän käyttöönoton varmistaminen. Projektin aikana järjestelmä asennettiin ja otettiin

käyttöön Hyvinkään SAKE:n sähkölaitosryhmässä. SAKE:ssa oli valmiina järjestelmään liittyvät laite- ja ohjelmaympäristöt. Saatujen kokemusten mukaan käyttöönoton yhteydessä järjestelmän loppukäyttäjät tarvitsevat ohjausta ja koulutusta niin kartoitusteknisissä kysymyksissä kuin sovelluksen ohjelmien käytössä.

Järjestelmän normaaliin kehitykseen kuuluu laadittujen ohjelmien ja menetelmien kehittäminen käytössä ilmeneviin tarpeisiin. Jo järjestelmän kehittämisprojektin aikana on toteutettavien ominaisuuksien määrää jouduttu rajaamaan käytettävien resurssien mukaan.

11.1.1 Järjestelmän käyttöönotto

Järjestelmän käyttöönotto tapahtuu Helsingin, Joensuun, Kouvolan, Oulun, Pieksämäen, Seinäjoen ja Tampereen sähköalueilla. Järjestelmän käyttäjinä toimivat sähköalueiden kartoittajat ja piirtäjät. Henkilöiden kartoitusteknisessä osaamisessa ja MicroCADAMin käyttö kokemuksissa on havaittu olevan puutteita. Kaikilla sähköalueilla ei ole vielä järjestelmän vaatimia laitteistoja, eikä lähiverkkoa.

Käyttöönoton tulisi jakaantua selvitys-, toimenpideohje-, toteutus- ja varsinaiseen käyttöönottovaiheeseen. Selvitysvaiheessa tutkittaisiin ja kartoitettaisiin sähköalueitten laitteisto-, ohjelmisto- ja koulutustarpeet. Järjestelmän ympäristö on esitetty tämän diplomityön kappaleessa 6. Järjestelmän ohjelmat ja tietovarastot sijaitsevat VRPK:n serverillä, joten laitteistolla täytyy olla yhteys ja järjestelmän käyttäjillä käyttöoikeudet ko. serverin resurssiin. Koulutustarpeet on selvitettävä kartoitustekniikan, CAD-ohjelmien käytön ja jopa mikrotietokoneen käytön osalta.

Toimenpideohjenvaiheessa on syytä laatia sähköaluekohtaiset suunnitelmat laite- ja ohjelmahankinnoista sekä koulutusohjelma. Laitehankinnassa on kiinnitettävä huomiota mikrotietokoneiden kapasiteettiin levytilan, keskusmuistin, prosessorin sekä näytön osalta. Mikrotietokoneiden hankinnassa on useita vaihtoehtoisia mahdollisuuksia. MicroCADAMin käyttö edellyttää mikron näytönohjaimelta

hyvää resoluutiota. Mikrotietokone voidaan liittää serveriin myös modeemin kautta, jos verkkoyhteyden rakentaminen muulla tavalla katsotaan mahdottomaksi. Koulutusohjelma voidaan laatia yhteisesti kaikille käyttäjille tai jos koulutustarvetasossa on suuria eroja, voidaan käyttäjät jakaa eri tasoilta alkaviin koulutusryhmiin.

Toteutusvaiheessa käynnistetään toimenpideohjevaiheessa laaditut hankinta- ja koulutusohjelmat. Hankintaohjelma käynnistetään sähköalueilla toimivien laite- ja ohjelmavastaavien toimesta tai avustuksella. Järjestelmän käyttöönottoa varten on syytä perustaa oma projekti. Käyttöönottoprojekti voi toimia laitehankintoja organisoivana elimenä. Toteutusvaiheessa on järjestelmän käyttäjille luotava käyttöoikeudet VRPK:n \\vrdata3\rtolask-nimiselle resurssille. Koulutusohjelman toteuttaminen alkaisi toteutusvaiheessa ja jatkuisi kunnes järjestelmän käyttäjät kykenevät selviytymään itsenäisesti käyttöön liittyvistä tehtävistä. Koulutuksen jälkeen käyttäjille on taattava riittävä käyttötuki.

Varsinaisessa käyttöönottovaiheessa asennetaan kaapelikarttajärjestelmän käyttöliittymä edellisessä vaiheessa valmistettuun ympäristöön. Käyttöliittymä on hyvä sijoittaa ratateknisten laskentojen käyttöliittymän yhteyteen, jos ratateknisten laskentojen käyttöliittymä on asennettu mikeroon. Muussa tapauksessa käyttöliittymä voidaan sijoittaa tilanteesta riippuen parhaaseen mahdolliseen paikkaan. Käytettäessä järjestelmää ilman verkkoyhteyttä, esim. maastossa kannettavassa mikrossa, on C:-levyaseman juureen luotava ratateknisessä laskennassa käytettävät hakemistot geometr, jonot, kartoitu, kilom, koordi ja piirto. Sovellusta ei saa käyttää ilman verkkoyhteyttä muuta kuin maastossa kartoitusten tarkistamiseksi. Silloinkin joudutaan aineisto ajamaan uudestaan verkkoversiona toimistossa. Asennuksen yhteydessä on huolehdittava siitä, että käyttöliittymän käyttämissä menu1.dat-tiedostoissa on oikea käyttöliittymän hakemistopolku. Mikron cexe-hakemistossa on oltava menuohjelman menuc.exe-ajotiedosto sekä tiedostojen katselua ja korjailua varten käyttäjän haluaman editorin käynnistystiedosto.

Käyttöliittymän asentamisen jälkeen voidaan järjestelmä ottaa käyttöön. Käyttönoton yhteydessä käyttäjiä on syytä ohjata henkilökohtaisesti ja samalla varmistaa järjestelmän täysipainoinen käyttö. Järjestelmän käyttö on aloitettava

uusien kartoitustöiden suorituksen mukaan. Kaikki kartoitukset käyttöönoton jälkeen on tehtävä järjestelmän kartoitusohjeen mukaan. Vastuu kartoitusten oikeasta suorituksesta ja kartoituksissa tuotettavasta sijaintitiedon formaatista siirtyy järjestelmän käyttäjille käyttöönoton yhteydessä.

11.1.2 Järjestelmän jatkokehitys

Järjestelmän laatimisen yhteydessä on jouduttu toteutettavien ominaisuuksien määrää rajoittamaan resurssipulan vuoksi. Suurimpana rajoittavana tekijänä on luonnollisesti ollut projektiin käytettävä aika. Toisena tekijänä on ollut VR:llä käytössä olevien menetelmien ja toimintaympäristön asettamat rajoitukset. Kartoituskoodausjärjestelmä ja MicroCADAM-ohjelman käyttö ovat tuoneet omat rajoituksensa. Kartoituskoodausjärjestelmässä ei ollut riittävästi tilaa uusille kohteille, koska käytössä oli vain kaksi merkkiä. Koodausjärjestelmän muuttaminen on laaja ja vaativa tehtävä, koska useat vanhat sovellukset käyttävät ko. järjestelmää. Uusi koodausjärjestelmä on tehtävä vanhan rinnalle ja koodausjärjestelmien välille on tehtävä yhdistävä rajapinta. Kaapeleiden reittejä ja laitteita varten on varattu numerot 70 - 79. Poikkeuksellisesti on otettu käyttöön kolmas merkki ja saatu käyttöön koodit 700 - 799. Siitä huolimatta kohteiden koodauksessa on kohteita jouduttu yleistämään suurempiin luokkiin. MicroCADAMin valinta järjestelmän CAD-ohjelmaksi on poistanut mahdollisuuden käyttää rasterimuotoisia pohjakarttoja. Projektin yhteydessä on vain voitu todeta rajoittavasta tekijästä johtuva tilanne ja jättää asia jatkokehityksessä hoidettavaksi.

11.1.2.1 Järjestelmän tietosisällön kehitys

Laaditussa järjestelmässä ei kaapeleita erotella eri johdinten tarkkuudella. Kartoituksessa kerätään vain erilaisin menetelmin toteutettuja kaapelireittejä. Kaapelireittejä on kuitenkin mahdollista jakaa toimialakohtaisiin kaapeliluokkiin. Tarvetta on ilmennyt myös muiden kuin VR:n omistamien kaapeleiden erottamiseksi omaksi luokakseen. Esimerkiksi puhelinlaitosten ja VR:n yhteistyönä asennetut kaapelit dokumentoidaan jo nykyisin omilla erillisillä kartoillaan (Kuva

merkkiä. Koodaus voidaan ryhmitellä varatulle alueelle.

11.1.2.2 Tiedonkeruumenetelmien kehitys

Järjestelmän tiedonkeruumenetelminä ovat säteittäinen takymetrikartoitus ja raideperusteinen suorakulmainen kartoitus. Kaikissa kartoitustilanteissa ei kuitenkaan voida käyttää takymetriä, koska esim. sähköalueilla ei ole välttämättä omia takymetrilaitteistoja, eikä pieniin kartoitustöihin haluta käyttää muiden tuottamia kartoituspalveluja. Raideperusteisen kartoituksen käyttö edellyttää voimassa olevien numeeristen ratageometriatietojen ja käytettävien referenssipisteiden koordinaattitiedon olemassaoloa. Vanhoilla rataosilla tiedot ovat kuitenkin puutteellisia, joten raideperusteista kartoitusta ei voida käyttää. Edellä kuvattuihin tilanteisiin on kehitettävä uusia kartoitusmenetelmiä ja kartoitusten laskenta- ja käsittelyohjelmia. Tiedonkeruuta varten voidaan kehittää menetelmä, jossa kartoitus tapahtuu mittanauhaa käyttäen suorakulmaisesti monikulmiopisteiden tai muiden koordinaateiltaan tunnettujen referenssipisteiden avulla. Mittaustulosten kirjaamista varten laaditaan lomake samaan tapaan kuin raideperusteisessa suorakulmaisessa kartoituksessa. Tulokset syötetään mikeroon, jossa mittausten ja syötettyjen tunnusten perusteella laskentaan kohteiden koordinaatit ja järjestetään tieto oikeaan formaattiin. Laskenta ja formatointi tapahtuvat menetelmää varten luoduilla ohjelmilla. Laskentaa varten on jo olemassa valmiita käyttökelpoisia moduleita ratateknisten laskentaohjelmien yhteydessä.

11.1.2.3 MicroCADAMiin liittyvät kehitystarpeet

Rataverkko jaetaan mallialueisiin kartoitusten yhteydessä. Mallialuejako määritetään lopullisesti tiedonkeruun yhteydessä. Mallialueiden määräytymiseen vaikuttaa ratageometriatiedostoissa käytetty jako, MicroCADAMin tarkan mallialueen rajoitukset, keskuskone CADAMin asettamat mallin koko rajoitukset sekä ympäröivien alueiden koordinaattijärjestelmien rajat. Mallialueiden määrittämisessä on käytettävä eri henkilöiden asiantuntemusta ja siten aluejako on syytä suorittaa yhteistyössä järjestelmästä vastaavan henkilön kanssa. Mallialueja-

osta ei voida antaa edellä kuvatuista raameista yksityiskohtaisempia kaikki erikoistilanteet käsittäviä ohjeita.

Järjestelmällä tuotetaan kaapeleiden reiteistä ja laitteista koostuva kaapelielementti. Kaapeleiden reitit ja laitteet on esitetty useilla malleilla. Yksittäistä mallia tai koko elementtiä voidaan tarkastella MicroCADAMissa yhdessä muiden pohjakarttaelementtinä käytettävien MicroCADAM-mallien kanssa. Tällä hetkellä pohjakarttaelementtinä käytetään sähköistyskuvia, jotka löytyvät MicroCADAM-malleina. Rataverkon kaikilta osilta ei kuitenkaan löydy numeerisia sähköistyskuvia, koska sähköistystä ei ole tehty koko rataverkolla ja vaikka sähköistys olisi tehtykin kuvia ei aina löydy numeerisina. Rasterimuotoisen pohjakartan käyttö MicroCADAMissa ei ole mahdollista, koska MicroCADAMissa ei ole tehokkaita rasterimuotoisen aineiston käsittelytyökaluja. Tällöin kaapelielementti täytyy esittää esim. tulostamalla kaapelielementti muoville ja yhdistämällä kopiotekniikan avulla graafinen pohjakarttaelementti kaapelielementtiin. Pohjakarttaelementtinä voidaan käyttää kaupunkien, kuntien ja valtion tuottamia karttoja. Pohjakarttojen saatavuus on selvitettävä sähköaluekohtaisesti.

Ongelmana laaditussa järjestelmässä on MicroCADAMissa mallin muokkaamisen yhteydessä tapahtuneiden muutosten ja lisätyn tiedon päivittäminen takaisin mallin tuottamisen lähtöarvotiedostoina käytettyihin koordinaattitiedostoihin. Reittitiedon osalta ongelmana ovat myöhemmin käytöstä poistetut reitit. Mallilla käytöstä poistetut reitit, joihin kaapeli tai kaapeleita jää paikalleen, voidaan rastittaa. Koordinaattitiedostoihin ei samaa tietoa saada liitettyä. Symbolien kiertämisen kohdalla on sama tilanne. Symbolit kierretään mallin tuottamisen yhteydessä ratageometrian mukaan radan suuntaisiksi. Kiertäminen ei kuitenkaan aina tapahdu halutulla tavalla, jolloin kiertämistä korjataan manuaalisesti. Koordinaattitiedostoissa ei edes ole paikkaa symbolin kiertotunnukselle.

Tiedon päivittäminen voidaan järjestää esim. ohjelmallisesti siten, että MicroCADAM malli luetaan "takaisin" uudeksi koordinaattitiedostoksi. Koordinaattitiedostoon voitaisiin tallettaa enemmän tunnuksia kuin mitä on tiedonkeruussa tuotettavissa tiedostoissa. Lisätunnukset kuvaisivat kohteiden esittämisessä käytettyjä ominaisuuksia, kuten em. symbolin kiertokulma. Edellä kuvattu päivitysmenetelmä

vaatii mallin takaisinlukuohjelman ohjelmoimista. Ohjelmaa varten on jo olemassa joitakin käyttökelpoisia rataosastolla laadittuja fortran-kielisiä moduleja.

11.2 Järjestelmään liittyvien toimintojen jatkokehitys

11.2.1 Koodaus

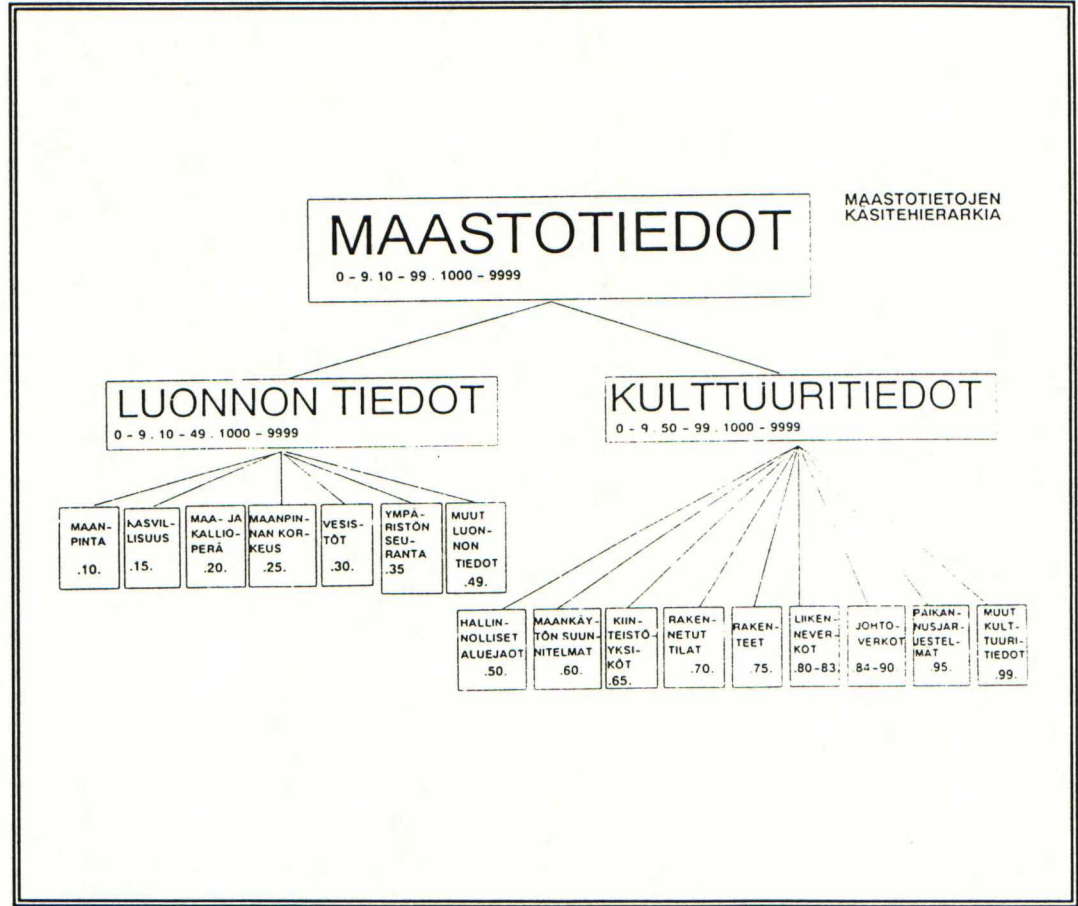
Tiedonhallinnan järjestäminen kappaleessa 4 kuvatulla VRGIS:llä edellyttää tiedonkeruussa käytettävän koodausjärjestelmän uudistamista. Nykyinen järjestelmä ei täytä ajanmukaisia maastotietojen luokitteluperiaatteita. Koodausjärjestelmän uudistamisen ei tarvitse välttämättä merkitä vanhan järjestelmän totaalista hävittämistä. Hävittäminen ei ole edes mahdollista, koska monet käytössä olevat sovellukset käyttävät hyväkseen järjestelmää. Koodausjärjestelmän uudistaminen edellyttää monien tahojen työpanosta.

Pelkästään kaapelikartoitusta varten ei kannata laatia omaa koodausjärjestelmää, vaan koodauksen uudistaminen on syytä hoitaa koko koodausjärjestelmän uudistamisen yhteydessä. Tämän vuoksi nyt laaditun järjestelmän yhteydessä on tukeuduttu vanhaan koodaukseen pienin laajennuksin.

Koodauksen lähtökohtana tulee olla Kunnallishallinnon tietotekniikkaneuvottelukunnan KATKO:n mittaustoimen jaoksen aloitteesta sekä Tuomas Frösenin ja Arto Nuoran projektisuunnitelman pohjalta laadittu maastotietojen luokittelu suositus. Suositus on laadittu nimenomaan tukemaan paikkatietojärjestelmien sijaintitiedon tehokasta keräämistä, ylläpitoa, tulostamista, jakelua ja hyväksikäyttöä \6\.

Suosituksista on ilmestynyt uusi painos vuonna 1994. Ongelmana ohjeen mukaisessa kaapeleiden koodauksessa on kohteiden yksityiskohtaisen kuvaamisen riittämättömyys. Koodauksen riittämättömyydestä käytiin yleistä keskustelua mm. Puhelinlaitosten liiton ja Sähkölaitosyhdistyksen Vantaalla 8.2.1995 järjestämässä kartoituksen yhteistyöseminaarissa. Syynä koodauksen puutteisiin todettiin olevan sen, että sähkö- ja puhelinlaitosten edustusta ei ole ollut ohjeen laativassa työryhmässä.

Puutteista huolimatta koodauksen suunnittelussa voidaan käyttää suosituksessa esitettyä hierarkkista rakennetta koodauksen runkona. Suosituksen mukaan maastotiedot on luokiteltu toistensa kaltaisten kohteiden muodostamiin kohdeluokkiin. Jokaiselle kohdeluokalle on annettu hierarkkinen koodi. Koodauksessa käytetään 7 merkkiä pitkää koodia. Koodi koostuu 1 merkin mittaisesta geometriakoodista, joka kuvaa kohteen luonteenomaista geometrista mallia, 2 merkin mittaisesta tietoryhmäkoodista sekä varsinaisesta 4 merkin kohdekoodista. Kuvassa 27 on esitetty maastotietojen luokittelun hierarkia.



Kuva 27. Maastotietojen luokittelun hierarkia /6/.

11.2.2 MicroCADAMin symbolitaulut

MicroCADAMissä käytettäviä symbolitauluja ei ole standardoitu VR:llä. Taulujen käyttö tuo mukanaan rajoituksia mallien käytölle. Malleja ei luonnollisesti voida tuottaa ympäristössä, jossa ei ole käytössä tarpeellisia symbolitauluja. Valmiin

mallin katselu on kuitenkin mahdollista ilman samoja symbolitauluja, mutta malleja ei saa initialisoida eli päivittää symboleja kyseisen ympäristön symbolitauluilla.

Symbolitaulujen käytöstä tulisi sopia eri toimialojen välillä. Jokainen toimiala voisi sijoittaa tarvitsemansa symbolit omille symbolitauluilleen. Kaikkien MicroCADAMin käyttäjien olisi hyvä tietää olemassa olevat symbolit. Tieto symboleista voitaisiin järjestää symbolijärjestelmällä, jossa sijaitsisivat kaikkien toimialojen laatimat symbolitaulut dokumentoituna. Jokainen toimiala huolehtisi omien symbolitaulujensa siirtämisestä järjestelmään ja tiedon päivittämisestä. Symbolijärjestelmä tulisi olla kaikkien käyttäjien helposti saatavilla esim. VRPK:n serverillä. Käyttäjät voisivat kopioida tarvitsemansa symbolitaulut tai koko järjestelmän omaan MicroCADAMiinsä. Symbolijärjestelmällä tulisi olla vastaava hoitaja, joka huolehtisi järjestelmän toiminnasta.

11.2.3 Vanhojen kaapelikarttojen numeeristaminen

KASO-projektin yhteydessä keskityttiin uusien kaapelireittien ja laitteiden sijaintitiedon keräämiseen. Jotta järjestelmästä saataisiin kattava on myös vanhoilla käsin piirretyillä kaapelikartoilla oleva tieto muutettava numeeriseksi. Vanhojen karttojen sisältämän tiedon numeeristaminen on usein työläs, mutta ei kuitenkaan täysin mahdoton tehtävä. Tiedon numeeristaminen täytyy joka tapauksessa tehdä jossakin muodossa siirryttäessä johtotietojärjestelmän käyttöön.

Nopein tapa saada paljon numeerista aineistoa on skannaus. Skannauksessa saatava aineisto on rakenteetonta massatietoa, jonka pikselien välisiä topologisia suhteita ei voida esittää. Pelkkä rasterimuotoinen aineisto soveltuu hyvin taustalla olevaksi pohjakartaksi. /10/

Vektorimuotoista aineistoa saadaan digitoimalla vanhat kaapelikartat käsin tai suorittamalla digitointi digitointijärjestelmillä, jotka vektoroivat skannatut kaapelikartat automaattisesti. Digitoinnin yhteydessä tieto koodataan ja kohteiden topologia määritetään. Kohteisiin voidaan vektoroinnin yhteydessä tai sen jälkeen

liittää ominaisuustietoa järjestelmästä riippuen.

Käsin tapahtuva digitointi voidaan suorittaa perinteisesti digitointipöydän ja kartan avulla. Nykyisessä käsin tapahtuvassa digitoinnissa on hyvä hyödyntää skannattuja aineistoja. Tällöin skannattu aineisto skaalataan oikeaan mittakaavaan ja kohdistetaan paikalliseen koordinaatistoon sekä viedään työasemaan taustakuvaksi. Digitointi tapahtuu tämän jälkeen kuvaputkella eli digitointipöytää ei tarvita ollenkaan. Digitointityö on työergonomisesta miellyttävämpää, koska katsetta ei tarvitse siirtää digitointipöydän ja kuvaputken välillä. Kuvaputkella tapahtuvassa digitoinnissa voidaan käyttää hyväksi digitointiohjelman zoomaus ja ikkunointi toimintoja, jolloin digitointi ei juuri lisää aineiston epätarkkuutta.

Digitointijärjestelmillä voidaan vektorointi suorittaa joko automaattisesti, ohjatusti tai manuaalisesti edellä kuvatun kuvaputkella tapahtuvan digitoinnin tapaan. Täysin automaattinen digitointi soveltuu vain yksinkertaisille ja erittäin hyvälaatuisille rasteriaineistoille. Kaapelikarttojen vektoroinnissa ei voida käyttää automaattista vektorointia, vaan on käytettävä puoliautomaattista ohjattua vektorointia. Puoliautomaattisessa vektoroinnissa ohjelma kysyy operaattorilta ohjeita ongelmatilanteessa. /10/

Vanhojen kaapelikarttojen vektorointi on mahdollista hoitaa, joko omana työnä tai vektorointi voidaan ostaa palveluna ulkopuoliselta toimittajalta. Jos vektorointi päätetään hoitaa omana työnä, on vektoroinnin suorittamiseksi hankittava tarpeelliset laitteistot ja ohjelmat. Vektorointia suunniteltaessa omana työnä on tarkasteltava vektoroinnin tarvetta pitkällä aikajänteellä. Jos vektorointitarve keskittyy vain lähitulevaisuuteen eikä tarvetta esiinny paljon myöhempanä ajankohtana tarpeen normalisoiduttua, ei laitteistoja kannata hankkia yli normaalin käyttötarpeen. Hankintaan vaikuttaa lisäksi laitteistojen laskettu käyttöikä. Vaikka käyttö keskittyisikin lähitulevaisuuteen, mutta kuitenkin järjestelmän lasketun käyttöiän ajaksi, voi omana työnä suoritettava vektorointi olla kannattavaa. Suurin mahdollinen Rky:ssä skannattavan kartan koko on tällä hetkellä A4 /11/, joten käytettäessä skannausta olisi hankittava suurempien karttojen skannaukseen soveltuva skanneri. Vektorointia varten on hankittava digitointiohjelmisto ja laitteisto tai puoliautomaattisen digitoinnin mahdollistava digitointijärjestelmä.

Päädyttyä ostopalvelun käyttöön on tilauksessa määritettävä tarkasti tiedon luovutus formaatti. Vektorointi voidaan tilata kokonaispalveluna, jolloin ulkopuoliselle toimittajalle toimitetaan kaapelikartat ja otetaan vastaan valmis oikeassa muodossa oleva numeerinen aineisto. Kokonaispalvelun käyttö on kallista ja edellyttää ulkopuolisen toimittajan ohjausta. Palvelut voidaan myös ostaa osittaisena palveluna, jolloin esim. skannaus ostetaan ja vektorointi suoritetaan omana työnä.

11.3 Johtotietojärjestelmän rakentaminen

KASO-kaapelikartoitusjärjestelmän laatimisprojektin yhteydessä on koko ajan pidetty mielessä tulevaisuudessa rakennettavan johtotietojärjestelmän tarpeita. Kaapelikarttasovellusprojektin tavoitteena oli käynnistää kaapeleiden numeerinen tiedonkerääminen ja varastointi sekä edelleen numeerisen tiedon hyödyntäminen nykyisin käytössä olevin menetelmin, koska johtotietojärjestelmän rakentaminen on useiden vuosien prosessi. Siirtyminen suoraan johtotietojärjestelmän rakentamiseen, ilman välivaiheen ratkaisua, olisi siirtänyt numeerisen tiedonkeräämisen alkamista myöhempään ajankohtaan. Numeerinen tiedon kerääminen ei olisi ollut mahdollista ilman tietoa hyödyntävää sovellusta.

Johtotietojärjestelmän rakentaminen edellyttää perusteellista selvitystä ja tutkimusta eri toimialoihin liittyvistä tarpeista. VR:n erikoistilanteena on toimiminen koko maan kattavalla rataverkolla. Rataverkon alue koostuu kapeista ja pitkistä, nauhamaisista maastokäytävistä. Tarpeet toimialojen sisälläkin vaihtelevat huomattavasti infrastruktuurin muutosten mukana. Tarpeet Rovaniemellä voivat olla aivan toisenlaiset verrattuna Helsinkiin. Johtotietojärjestelmän on oltava erilaisten tarpeiden ja näkemysten kompromissi.

Tarpeiden ja näkemysten selvittämisen ohella tärkeänä tehtävänä on käytettävien käsitteistöjen määrittäminen. VR:n kaltaisessa suuressa organisaatiossa korostuu kommunikaation sujumisen tärkeys. Kaikkien järjestelmään liittyvien tahojen on ymmärrettävä mistä johtotietojärjestelmässä on kysymys. Imatran Voima OY:ssä rakennettaessa johtotietojärjestelmää käsitteistön määrittäminen kesti vuosia. Imatran

Voima OY:n toiminta-alue ja verkosto on samankaltainen VR:n kanssa.

Johtotietojärjestelmän käyttö edellyttää organisaation muodostamista järjestelmän ympärille. Järjestelmän toimiminen edellyttää selkeää vastuualuejakoa ja toimintaohjeita. Järjestelmän oman organisaation muodostamisen lisäksi koko muun organisaation toimintatapa on määritettävä ja muutettava hyödyntämään järjestelmää.

VR:n tarpeita vastaavaa valmista johtotietojärjestelmää ei todennäköisesti ole olemassa. Tästä johtuen johtotietojärjestelmän rakentaminen perustuu valmiiden osien ja järjestelmien räätälöintiin ja kasaamiseen. Rakentamisen tekninen suorittaminen alkaa kun tarvittavat ominaisuudet saadaan selvitettyä. Tarpeiden tuntemisen avulla voidaan selvittää markkinoilla olevien järjestelmien tarjoamat mahdollisuudet. Esitutkimuksen avulla päätetään lopullisesti toteutettavat ominaisuudet ja laaditaan raamit järjestelmän kokonaisrakenteesta. Laadittujen suunnitelmien pohjalta on tehtävä tarjouspyynnöt valituille järjestelmän osien tai koko järjestelmän toimittajille. Tarjousten pohjalta laaditaan edelleen suunnitelma järjestelmän rakentamisesta ja päätetään hankinnoista. Johtotietojärjestelmän rakentamisen yhteydessä on laadittava järjestelmästä dokumentit.

Johtotietojärjestelmän olemassaolo ei yksin riitä tiedonhallinnan onnistumiseen. Vasta motivoituneet käyttäjät takaavat hyvän lopputuloksen. Osalle käyttäjistä uuden tekniikan ja menetelmien käyttöönotto on luonnollinen kehityssuunta, mutta osa käyttäjistä ei välttämättä halua uusia välineitä tehtäviensä hoitoon. Motivaation puute voi johtua esim. puutteista tietotekniikan hallinnassa, haluttomuudesta opiskella uusia menetelmiä tai jopa henkilökemiassa ilmenevistä ongelmista. Uusien järjestelmien pelätään korvaavan omat työtehtävät. Osittain epäilyissä voi olla perääkin, mutta varsinkin järjestelmän rakentamisvaiheessa ja tiedon keräämisvaiheessa panostus niin kustannuksien kuin työn osalta kasvaa. Vasta järjestelmän täysipainoisen käytön myötä alkaa syntyä säästöjä.

Johtotietojärjestelmän käyttö edellyttää toiminnan suunnittelua ja ohjausta. Alkuvaiheessa suurimpana ohjausta vaativana toimintana on tiedonkeruu. Tiedonkeruun on tapahduttava yhteisten ohjeiden mukaan. Tiedonkeruun järjestämisen pohjana voidaan käyttää KASO-projektin yhteydessä laadittuja ohjeita. Muuta käyttöä varten on laadittava ohjeet järjestelmän rakentamisen yhteydessä, kun tiedetään järjestelmän yleisratkaisu ja toteutettavat ominaisuudet. Järjestelmän käyttäjät on motivoitava käyttämään laadittuja ohjeita palkitsemisen ja jopa pakottamisen kautta. Johtotietojärjestelmän luotettavuuden vuoksi kaikkien järjestelmän piiriin kuuluvien tehtävien hoito on tapahduttava järjestelmän sisällä. Järjestelmän rinnalle ei saa nousta "varjojärjestelmää", joka käsittelisi samoja tehtäväalueita.

11.3.1 Tietokanta

Oleellinen osa johtotietojärjestelmää on sen käyttämä tietokanta. Tietokantaan liittyviä tehtäviä ovat tietokannan luonti, ylläpito ja tiedonhaku tietokannasta. Tietokannan luonti käsittää tietokannan suunnittelun ja rakentamisen. Rakentamisen yhteydessä tietokantaan viedään eri tiedonkeruumenetelmin tuotettua sijaintitietoa ja sijaintitietoon liittyvää ominaisuustietoa. Ylläpidon tehtäviä ovat johtotietojen lisäys, poisto, muuttaminen sekä uudelleenjärjestelyt tietokannassa. Tiedonhaku tietokannasta tarvitsevat tiedon käyttäjät. Tietokantaan liittyvät tehtävät hoidetaan tietokannan tiedonhallintajärjestelmällä. /2/

Tässä kappaleessa on esitetty tietokannan tehtäviin liittyviä näkökohtia. Tietokannan rakentamiseen liittyen on tarkasteltu tiedon rakenteellisia vaihtoehtoja sekä tietosisältöä. Lisäksi on tarkasteltu johtotietojärjestelmässä toteutettavia toimintoja. Järjestelmän käytölle asetetut vaatimukset vaikuttavat tietokannan rakentamiseen.

11.3.1.1 Tietokannan tietosisältö

Johtotietojen esitettävät asiat voidaan ryhmitellä paikantaviin tietoihin, johtoverkon topologiaan ja geometrisiin tietoihin, rakenteellisiin ja teknisiin ominaisuustie-

toihin sekä kuvausteknisiin tietoihin. Eri tietoryhmien tärkeyden painotus vaihtelee järjestelmistä riippuen. Esimerkiksi kuvaustekniset tiedot riippuvat toteutettavasta kartan tuotantojärjestelmästä ja käyttöliittymäratkaisusta. Ajanmukaisena vaatimuksena ovat graafiset monitoimiset käyttöliittymät, joilla käyttäjät voivat muokata graafisia raportteja tietokannasta ja ottaa haluamiansa tulosteita.

Johtotietojärjestelmän sisältämä sijaintitieto kuvataan koordinaateilla. Sijaintitietoon liittyy koordinaattiarvoja kuvaavia ominaisuustietoja, jotka eivät ole varsinaisia kohteita kuvaavia ominaisuustietoja. Sijaintitiedon tarkkuus ja määrittämistapa kuvaavat tiedon laatua. Koordinaatit voivat olla mitattuja, digitoituja tai etsintälaitteilla määritettyjä. Mitattu sijaintitieto on laadullisesti huomattavasti parempaa kuin digitoitu tieto. Sijaintitiedon ominaisuudet on esitettävä tietokannassa sijaintitiedon yhteydessä.

11.3.1.2 Tietokannan tietomallit

Tietokannan tietojen rakenteelliset perusmallit ovat hierarkkinen malli, verkkomalli ja relaatiomalli. Hierarkkinen malli on ns. one-to-many puurakenne. Malli sopii lähinnä pysyvien suhteiden ja kyselyjen toteuttamiseen, mutta huonosti verkon esittämiseen. Hierarkkista mallia on käytetty lähinnä alkuaikojen GIS-järjestelmissä. Verkkomalli on ns. many-to-many yksinkertainen verkko, jossa voidaan kuvata hierarkkista rakennetta monimutkaisempia relaatioita.

Relaatiomallissa tieto on tallennettu riveistä ja sarakkeista koostuvaan matriisiin. Relaatiomallin käyttö mahdollistaa itse muokattujen kyselyjen käytön. Vaikka malli ei olekaan paras mahdollinen sijaintitiedon mallinnuksessa soveltuu se hyvin johtotiedoissa olevien yhteyksien ja ominaisuustietojen esittämiseen. Nykyiset GIS-ohjelmistot pohjautuvat yleensä relaatiotiedonhallintaan. /9/

11.3.1.3 Tietokannan ominaisuudet

Johtotietojärjestelmän tietokannan tärkeimpiä ominaisuusvaatimuksia on integrointimahdollisuudet muihin järjestelmiin. Tieto on järjestettävä sellaiseen muotoon, että sitä voidaan hyödyntää eri suunnittelujärjestelmissä. Integrointinäkökohdat on syytä huomioida jo hyvin varhaisessa vaiheessa suunnittelutyötä tehtäessä.

Tietokannan on tuettava johtotietojärjestelmän sisäisiä toimintoja sekä johtotietojärjestelmän liittymistä muihin tietojärjestelmiin. Edellä kuvattuja sijainti- ja ominaisuustietoja on kyettävä käsittelemään graafisen karttakäyttöliittymän kautta. Käyttöliittymän avulla määritetään tarkasteltava alue joko antamalla koordinaatit tai rajaamalla alue pohjakartalle graafisesti. Rajauksen suorittamisen jälkeen on käyttäjän voitava määrittää hakuavaimien avulla haluamansa kohteet ja kohteiden ominaisuustiedot. Määritetyllä alueella sijaitsevien tarkasteltavien kohteiden geometriset elementit tulostuvat käytettävän karttapohjan päälle ja ominaisuustiedot tulostuvat graafisille raporteille. Käyttäjän on voitava halutessaan tulostaa paperille haluamansa raportit ja karttaotteet. Johtotietojen haun on syytä olla mahdollista myös suoraan tietokannasta tietokannan hallintajärjestelmän komentojen avulla. Järjestelmän on oltava riittävän avoin, jotta uusien ominaisuustietotyyppien lisääminen olisi helppoa.

Muita johtotietojärjestelmään liittyviä tietojärjestelmiä ovat mm. kiinteistöjärjestelmä, kiintopisterekisteri, ratageometriatiedot ja erilaiset suunnittelujärjestelmät. Kiinteistötiedot auttavat johtotiedon paikantamisessa passiivisina pohjakarttatietoina /14/. Kiintopistetiedot toimivat sijaintitiedon keräämisessä referenssitietona. Ratageometriatiedot toimivat sekä paikantamisessa passiivisina pohjakarttatietoina että sijaintitiedon keräämisessä referenssitietona. Järjestelmien integroituminen vaatii järjestelmien yhteistä tiedon koodausjärjestelmää.

Johtotietokannasta on saatava erilaisissa tehtävissä toimivien henkilöiden näkemykset esille. Tietokannan hoitajalla ja esim. turvalaitesuunnittelijalla on aivan erilaiset näkemykset tietokannan sisällölle asetettavista vaatimuksista. Tietokannan hoitaja tarkastelee koko johtotietokantaa, mutta turvalaitesuunnittelija tarvitsee vain omassa työssään välttämättömiä tietoja, kuten käytettävissä olevat

reitit, vapaat alitusputket, laitteen sijoitukseen liittyvät tiedot jne. Tietokannan voidaan sanoa olevan eri näkemysten yhdistelmä. Eri näkemykset voidaan määritellä käyttäjäkohtaisesti, jolloin käyttäjä saa tutkittavakseen automaattisesti häntä kiinnostavat toiminnot. Käyttäjien välisten näkemysten lisäksi tietokannan on sisällettävä eri mittakaavassa olevia näkemyksiä. Periaatteessa johtotieto on mittakaavaton, mutta esitysteknisistä syistä johtuen tiedolla on oltava jokin perusmittakaava. Tiedot kerätään tietokantaan valitun mittakaavan vaatimalla tarkkuudella /18/. Mittakaavanäkemyksen lähtökohtana on suurin mittakaava, joka voi olla esim. 1:500. Pienempien mittakaavojen näkemykset johdetaan yleistämällä suurimmasta mittakaavasta. /14/

11.3.2 Hyötytarkastelu

11.3.2.1 Johtotietojärjestelmästä aiheutuva hyöty

Numeerisen tiedon kerääminen ja tallettaminen johtotietojärjestelmään ei pelkästään tuo mitään hyötyjä, vaan lähinnä kustannuksia. Hyötyihin päästään käsiksi kun järjestelmä saadaan tehokkaaseen käyttöön. Numeerista tietoa hyödyntäviä atk-sovelluksia käytetään suunnittelussa yleisesti, joten numeeriselle aineistolle löytyy varmasti käyttöä. Suunnittelujärjestelmien ja tietovarastojen välille on vain kehitettävä tietoliikenneyhteydet ja tiedon muunnosohjelmat sekä tietohakemistot olemassa olevista tiedoista. Johtotietojärjestelmän ylläpito on kannattavaa kun tarkastellaan tiedon hallinnan, jakelun ja hyväksikäytön kokonaisuutta.

Tärkeänä hyötyjä tuovana ominaisuutena on käyttäjän määrittämien tulosteiden tuottaminen. Tiedon tarvitsijan ei välttämättä tarvitse edes ottaa paperitulostetta, vaan hän voi tarkastella tietoja suoraan kuvaputkelta. Vakiotulosteilta tiedon etsiminen voi olla huomattavasti hankalampaa. Kehittyneissä johtotietojärjestelmissä käyttäjät voivat määrittää tulosteiden tietosisällön, mittakaavan ja ulkoasun.

Johtotietojärjestelmät tuovat myös välillisiä hyötyjä, joita ei voida suoraan mitata. Hyvin hoidetusta ja ajantasalla olevasta johtotietojärjestelmästä voidaan ottaa otteita rakennustöiden yhteydessä kaivutöitä suorittaville tahoille. Työmailla ei tällöin tarvitse käydä aina näyttämässä johtojen tarkkaa sijaintia. Kaivajat voivat itse tutkia karkealla tasolla johtojen sijainnin ja tullessaan tietyn varoetaisyyden päähän johdosta kutsua johtojen näyttäjät paikalle. Hyödyt ovat ko. tilanteissa kaksitahoiset. Kaapeleiden näyttötoiminnassa säästytään turhilta käynneiltä ja toiminnalla estetään johtojen katkeamiset. Varsinkin valokuitukaapeleiden katkeaminen aiheuttaa suuria kustannuksia. Kaapeleiden katkeamisen estämisestä saatavia kustannus säästöjä ei voida laskea, koska katkeamisista aiheutuvia kustannuksia ei ole tilastoitu ja seurattu. Kaapelivikojen vähentymistä ei voida verrata mihinkään. Hyvä esimerkki tilastointien erilaisuudesta on Vantaan kaupunki, jonka käytössä on johtotietojärjestelmä. Vantaan kaupunki tilastoi kaikki johtovauriot. Verrattaessa Vantaan kaupungin vikamääriä muiden kaupunkien vastaaviin tilastoihin voitaisiin vetää johtopäätös, että johtotietojärjestelmä aiheuttaa lisää vikoja. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa. Vaikka Vantaalla onkin tilastollisesti suhteessa enemmän vikoja kuin muilla johtuu se vain Vantaan tarkasta vikatilastoinnista /13/.

Johtotietojärjestelmä vähentää henkilötöiden määrää tietojen ylläpidon ja tiedon siirron tehtävissä. Tietojen ylläpito tapahtuu eri toimialojen toimesta suoraan järjestelmän tietokantaan, joten tiedon päällekkäinen varastoiminen loppuu. Tiedon käyttäjät voivat omatoimisesti "hakea" tarvitsemansa tiedot omalle työasemalle. Tiedonsiirrossa ei tarvita kenenkään muun työpanosta.

11.3.2.2 Johtotietojärjestelmästä aiheutuvat kustannukset

Johtotietojärjestelmästä aiheutuvat kustannukset voidaan jakaa kolmeen ryhmään, jotka ovat perustamiskustannukset, kiinteät vuosikustannukset ja vuotuiset käyttökustannukset.

Perustamiskustannukset koostuvat laitteistojen ja ohjelmistojen hankintakustannuksista, numeerisen aineiston hankinnasta aiheutuvista kustannuksista, henkilöstön

koulutuskustannuksista, mahdollisten konsulttien palkkakustannukset, toimitila- ja kalustekustannukset ym. käyttöönottokustannukset /18/. Numeerisen aineiston kerääminen on ehdottomasti suurin yksittäinen kustannusryhmä. Tiedonkerääminen tapahtuu kartoituksin ja digitoiden vanhat johtokartat. Tiedonkeruun hintaan vaikuttaa olemassa olevien numeeristen aineistojen määrä ja kerättävälle tiedolle asetettavat tarkkuusvaatimukset. Laite- ja ohjelmahankintojen hintaan vaikuttaa hankittavan järjestelmän laitevaatimukset ja olemassa olevien käyttökelpoisten laitteiden käyttö mahdollisuudet. Hankintoja suoritettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota huoltosopimuksen määrittämiseen. Järjestelmän rakentamisessa on hyvä käyttää alan konsulttipalveluja, jotka aiheuttavat kustannuksia.

Kiinteät vuosikustannukset koostuvat ohjelmistojen ja laitteistojen huoltosopimuksista, sähkö- ja tietoliikennemaksuista, vuokrasta ja henkilöstön palkkamenoista. Vuotuiset käyttökustannukset koostuvat tietovarastojen päivityksestä, henkilöstön koulutuksesta ja järjestelmän kehittämisestä sekä laajentamisesta.

Hyötytarkasteluun vaikuttaa edellisten kustannusten lisäksi järjestelmän hankintaan käytetty pääoman määrä. Sijoitetulle pääomalle täytyy laskea kuoletukset, korot ja vuosittaiset poistot. Näihin vaikuttavat järjestelmän odotettavissa oleva käyttöikä ja käytettävä korkotaso. /18/

12 YHTEENVETO

Kaapelitiedonhallinnan kehittämiseen VR:llä on panostettava tulevina vuosina lisää resursseja, jotta nykyinen hajanainen käytäntö saataisiin toimivaksi yhtenäiseksi kaapelitiedon ja edelleen johtotiedon hallintajärjestelmäksi. Diplomityön yhteydessä tehtyyn kyselyyn kentältä tullut palaute on viestinyt kaapeleiden tiedonhallinnan järjestämisen tarpeellisuudesta. Kaapeleiden sijaintitiedon kanssa tekemisissä olevien tahojen kommenteista voi nähdä pitkään jatkunutta johtotietojärjestelmän odotusta. Johtotiedonhallintaa on pohdiskeltu erilaisissa työryhmissä useiden vuosien ajan, mutta mitään konkreettista ei ole aikaisemmin tehty.

Diplomityön yhteydessä laadittu KASO-kaapelikartoitusjärjestelmä on askel kohti johtotietojärjestelmää. Laaditun järjestelmän mukaan suoritettu sijaintitiedon keruu tuottaa kaapeleiden reittitietoa numeerisessa muodossa koodattuna, joka on atk-perusteisen sijaintitiedonkäsittelyn lähtökohta. Järjestelmä perustuu VR:llä käytetyn MicroCADAMin käyttöön. MicroCADAMin ominaisuuksiin kuuluu geometrisiin elementteihin liittyvät attribuuttitiedot. Attribuuttitietojen käytössä on kuitenkin oltava varovainen, koska vaarana on, että MicroCADAMin käyttö tulee liian raskaaksi tietomäärän kasvaessa. Laadittu CAD-pohjainen järjestelmä soveltuu hyvin välivaiheen ratkaisuksi siirryttäessä kohti johtotietojärjestelmän käyttöä. Tarjoamalla käyttäjille nykyisten laitteiden ja menetelmien avulla numeerista tietoa hyödyntävä järjestelmä motivoidaan käyttäjät siirtymään numeeriseen tiedonkeruuseen.

Tiedonkeruumenetelmien kehitys tuo uusia ulottuvuuksia ja mahdollisuuksia sijaintitiedon keruuseen. Perinteistä mittanauhalla tapahtuvaa suorakulmaista kartoitusta käytetään lähinnä vain silloin, kun kehittyneiden maastotyöasemien hankinta ei ole kannattavaa eli kartoituksia suoritetaan harvoin, kartoitettavia kohteita on vähän ja kartoituksia suorittavat henkilöt eivät ole saaneet mittausteknistä koulutusta. Maastotyöasema, johon sisältyvät takymetri maastotallentiminen sekä muine lisälaitteineen, on tehokas työväline ammatti-ihmisten käsissä.

GPS-mittaukseen perustuvat maastotyöasemat tekevät tuloaan kartoitusmittauksiin ja edelleen GIS-aineiston keräykseen. Kartoituksissa käytettävät GPS-mittaukset perustuvat kahden 2-taajuus GPS-laitteen käyttöön. Toinen GPS-vastaanotin antennineen toimii tunnetulla asemapistellä referenssiasemana, jonka suhteen kartoitettavilla kohteilla sijaitsevan laitteen sijainti lasketaan. Edelliseen liitetynä reaaliaikatekniikka alkaa menetelmä kilpailla takymetrikartoitusten kanssa. Kilpailukykyyn vaikuttavat saavutettava tarkkuus suhteessa mittausaikaan sekä kartoitettavan alueen soveltuvuus GPS-mittauksiin esim. peitteellisyydestä johtuen.

Edellä esitetyt tiedonkeruutavat soveltuvat lähinnä uusien kohteiden kartoittamiseen. Vanhoilla kartoilla graafisessa muodossa olevat kohteet on myös tulevaisuudessa saatava numeeriseen muotoon. Vasta vanhoilla kaapelikartoilla olevien tietojen ja kartoituksissa kerättyjen tietojen yhdistäminen samaan johtotietojärjestelmään takaa järjestelmän luotettavuuden. Graafisesta tiedosta johdettu numeerinen tieto on pidettävä erillään kartoitetusta tiedosta, vaikka tiedot täytyykin sijaita samassa järjestelmässä. Graafisesta tiedosta johdetun sijaintitiedon tarkkuutta ei voida tarkistaa ja siinä voi olla suuria virheitä. Tämä voidaan ottaa huomioon esim. koodauksessa.

KASO-kaapelikartoitusjärjestelmä ei täytä johtotietojärjestelmän vaatimus- eikä toimintatasoa. Luonnollinen ja osin välttämätön jatko diplomityön yhteydessä laaditulle järjestelmälle on ryhtyminen johtotietojärjestelmän rakentamiseen. Johtotietojärjestelmän rakentaminen edellyttää useiden vuosien ponnistelua ja määrätietoista etenemistä ratkaisujen hakemisessa. Hyvänä lähtökohtana ja pohjana on VR:llä tehty MIKSO 2-projekti, joka on ottanut kantaa tietokanta-arkkitehtuuriin ja tietoliikennearkkitehtuuriin. VR:n kokoisessa organisaatiossa paikkatietojärjestelmien rakentaminen edellyttää toimintatavan muutosta ja järjestelmän ympärillä olevan organisaation järjestämistä.

VR:n yhtiöittäminen vaikuttaa osaltaan paikkatietojärjestelmien rakentamiseen. Nykyisestä rataosastosta muodostetaan yhtiöittämisessä Rata Oy, joka ei omista rataverkkoa eikä siihen liittyviä laitteita. Omistajana toimii ratahallintokeskus, joka on valtion laitos liikenneministeriön alapuolella. Paikkatietojärjestelmien, kuten johtotietojärjestelmän, järjestäminen on siten ratahallintokeskuksen asia.

Tiedonhallintaa on kehitettävä kohti kappaleessa 4 esitettyä, VR:n kaikki toiminnot käsittävää paikkatietojärjestelmää, VRGISiä. VRGIS koostuu eri osa-alueilla toimivista paikkatietojärjestelmistä. Ratahallintokeskus voi tilata järjestelmien rakentamisen ja ylläpitämisen Rata Oy:ltä. Rakentamisen tilaaminen Rata Oy:ltä on nykyisen käsityksen mukaan luonnollisin vaihtoehto asian hoitamiseksi. Paikkatietojärjestelmän käyttö sopii myös Rata Oy:n intressiin ja on sen toiminnalle välttämätöntä.

LÄHDELUETTELO

1. Aalto, Pekka, Savolainen Irma, Joensuun sähköalueen suunnittelija Pekka Aallon ja piirtäjä Irma Savolaisen kanssa käyty keskustelu, Joensuussa, 18.1.1995.
2. Airosmaa, Ulla, Helsingin johtotietojärjestelmä: Yleiskuvaus ja johtotietokanta, Diplomityö, TKK Maanmittausosasto 1980.
3. Aronoff, Stan, Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications, Ottawa, Canada, 294 s.
4. CADAM peruskoulutus, Opetusmoniste, MicroCADAM-kurssi Tampereella Ravalik OY:ssä 9.-11.5. ja 30.5.1994.
5. Helokunnas, Tuija, Luentomoniste: Sijaintitietomallit ja niiden toteutukset, 23.3.1995, Espoo, 27 s.
6. Holopainen, Matti, Nuora, Arto, Maastotietojen luokittelu, Versio 2.0, Suomen Kaupunkiliitto, Helsinki 1994, 134 s.
7. KATKO, Kunnallishallinnon tietotekniikkaneuvottelukunta, Kunnan paikkatiedon yhteiskäytön kehitysstrategiat, Suomen kuntaliitto, Helsinki 1993, 48 s.
8. Keski-Oja, Eero, Johtotietojärjestelmä, Luentolyhennelmä, Maastomallit ja numeeriset menetelmät yhdyskuntasuunnittelussa, 17.-18.4.1991, Oulu
9. Laurin, Robert, Thompson, Derek, Fundamentals of spatial information system, The A.P.I.C. Series Number 37, London 1994, 680 s.

10. Leinonen, Antero ,Napari, Mauno, Uusia digitointivaihtoehtoja paikkatietojärjestelmiin, Maankäyttö nro 1/1991.
11. Mannervesi, Mika, VR:n kiinteistöhallinnan kartta-atk:n kehittäminen, Kartografian erikoistyö, TKK Maanmittaustekniikanlaitos, Helsinki 1994, 49 s.
12. Paikkatietojen yhteiskäytön käsikirja, Maanmittauslaitos, Paikkatietokeskus, Helsinki 1993.
13. Puhelinlaitosten liitto ry:n ja Sähkölaitosyhdistys Oy:n järjestämässä kartoituksen yhteistyöseminaarissa käyty keskustelu, 9.2.1995, Vantaa.
14. Pykälä, Tarja, Johtotietojen hallinnasta ja graafisesta esittämisestä, TKK, Maanmittausosasto, Geodesian laboratorion julkaisu 10/1981, Espoo, 71 s.
15. Rainio, Antti (toim.), Paikkatietojen yhteiskäyttö Suomessa, LIS-projekti, Maanmittaushallituksen julkaisu nro 60, Helsinki 1988, 64 s.
16. Ray, Tomas, Maastossa tapahtuva tiedonkeruu johtotietojärjestelmiin, Diplomityö, TKK Maanmittaustekniikanlaitos, Helsinki 1992, 82 s.
17. Sjöblom, Seppo, Lägesrapport om GIS i VR, AM\FM:s BanGIS-seminarium i Borlänge 1994, 7 s.
18. Suomen Kaupunkiliitto, Maastotiedot kunnan teknisessä suunnittelussa, Helsinki 1992, 90 s.
19. Toivonen, Pekka, Ohjelmointi Rto:n verkkoympäristössä, VR:n Rataosaston ohjelmointiohje, Helsinki 1994, 16 s.

20. Ympäristöministeriö, Kaavoitus- ja rakennusosasto, Johtokarttatyöryhmän raportti 3/1989, Helsinki 1989, 30 s.

LIITE 1**KYSELY KAAPELIKARTTOJEN KÄYTTÄJILLE/YLLÄPITÄJILLE.**

Rataverkon kehittämissyksikössä on aloitettu projekti, jonka tarkoituksena on tuottaa numeerisessa muodossa oleva kaapelikartta. Projektiryhmään kuuluvat Rky:stä Ari Piirainen, SAKE:sta Marja Alahame ja Raija Turunen sekä Joensuun sähköalueelta Pekka Aalto.

Tämän kyselyn tarkoituksena on selvittää kaapelikarttojen käyttäjien tarpeita ja uuden kaapelikarttajärjestelmän käyttöönottomahdollisuuksia.

Taustatiedot:

Vastaajan Nimi _____ Puhelin _____
Yksikkö _____
Tehtävä _____

Nykytilanne:

1. Onko käytössänne/saatavillanne ylläpidettyjä kaapelikarttoja?

2. Miten kaapelikarttojen ylläpito on hoidettu, jos se kuuluu tehtäviinne (esim. graafisesti piirtämällä, CAD-ohjelmalla numeerisesti)?

3. Mitä tietoa tarvitsette tehtävissänne olemassa olevista kaapeleista (sijainti, ominaisuudet)?

4. Mistä saatte tarvitsemanne tiedon ?

5. Onko saamanne tieto suullista, graafista vai numeerista?

Laitteistot/ohjelmistot:

6. Suoritatteko itse tiedon keerräämistä?

Jos suoritatte, minkälaisia laitteita ja ohjelmistoja käytätte?

7. Tiedonsiirtoon käyttämänne laitteistot ja ohjelmistot?

8. Tehtävienne suorittamiseen käyttämänne laitteistot ja ohjelmistot?

Tuleva kaapelikarttasovellus:

9. Sijaintitarkkuusvaatimukset tehtävienne kannalta (esim. vaihtoehdot: <2cm, <10cm, <20cm, <50cm tai <1m)?

a) Tasotarkkuus _____

b) Korkeustarkkuus _____

10. Mitkä pohjakartan tiedot ovat tärkeitä tehtävienne kannalta?

11. Mikä on työskentely/tulostus mittakaavanne?

12. Onko teillä toivomuksia numeerisen kaapelikarttasovelluksen suhteen?

LIITE 2

KARTOITUSTYÖN KOODILUETTELO:

01	RAIDE	RAITEEN KESKILINJAN PISTEET
02	VAIHDE EJ.	"
03	VAIHDE TJ.	"
04	TASORIST.	"
05	SILTA	"
06	RUMPU	"
07	RAIDE PYLV.K	"
08	RAIDE PORT.K	"
09	VAIHDE MAT.	"
11	KM-PYLVÄS	RAITEEN SIVUSSA OLEVA PISTE
12	OPASTIN	"
13	S-PYLVÄS	"
14	PILARI	"
15	LAITURI (M)	"
16	LAITURI (K)	"
17	RAKENNUS	"
18	MP-PISTE	"
19	TAITE	"
20	KALLIOL.	"
21	TUNNELI	"
22	LEIKKAUS	"
23	PENGER	"
24	TASOR.NURKKA	"
25	SILLAN KAIDE	"
26	RUMMUN PÄÄ	"
27	RAJAPYYKKI	"
28	TIE	"
29	AITA	"
30	KAIRAUS (PA)	"
31	KAIRAUS (SI)	"
32	KAIRAUS (TÄ)	"
33	KAIRAUS (PI)	"
34	KAIRAUS (TI)	"
35	KOEKUOPPA	"
36	KAIRAUS (HE)	"
41	I-PYLVÄS	"
42	P-PYLVÄS	"
43	R-PYLVÄS	"
44	ULOKE	"
50	KONTROLLI	KONTROLLIMITTAUS : OIKEA KOODI SEUR.MITTAUKSESSA

- 60 KORKEUSPISTE
- 61 KAIVO

- 701 KAAPELIREITTI
- 702 KANAVA
- 703 KOURUTUS
- 704 PUTKITUS

- 710 KAAPELIMERKKI
- 711 JATKO
- 712 ALITUSPUTKI
- 713 KAAPPI
- 714 KOJU
- 715 TEHOMUUNTAJA
- 716 EROTUSMUUNTAJA
- 717 KYTKENTÄRASIA

- 731 RAIDEOPASTIN
- 732 TL-PAINIKE
- 733 TL-OHJAUSKYTKIN
- 734 (LIIKENNE)MERKKI

- 751 RAIDEVIRTAPIIRIN SYÖTTÖPÄÄ
- 752 RAIDEVIRTAPIIRIN RELEPÄÄ
- 753 JUOKSUTUS

- 770 TV-KAMERA
- 771 TORVI
- 772 KAIUTIN
- 773 PUHELIN
- 774 KELLO
- 775 PUUPYLVÄS
- 776 METALLIPYLVÄS
- 777 VALAISIN PAINIKE
- 778 VALAISIN KYTKIN

- 81 MEKAANINEN ASETINLAITE
- 82 BALIISI TAI SILMUKKALAATTA
- 83 KISKOKOSKETIN TAI ANTURI
- 84 ERISTYSJATKO TOISESSA KISKOSSA
- 85 ERISTYSJATKO MOLEMMISSA KISKOISSA
- 86 RAITEENSULKU
- 87 VAIHTEEN KÄÄNTÖLAITE JA SÄHKÖSULKU
- 88 VAIHTEENKOSKETIN
- 89 VAIHTEEN VARMISTUSLUKKO

- 90 VAIHTEEN SÄHKÖKÄÄNTÖLAITE
- 91 VAIHTEEN LUMENSULATUS
- 92 VAIHTEEN LUKITSEMISPYÖRÄ
- 93 RAITEENSULUN LUKITSEMISPYÖRÄ

- 94 MASTO
- 95 VALAISIN
- 96 MUUNTAJA
- 97 KAAPELIKAIVO
- 98 JAKOKAAPPI

[illegible]

KARTOITUSTIEDOSTON FORMAATTI

KAAPELIKARTOITUS

Koodi Selite

1 4

24

Pituus-
mittaraide

25

Pituusreferenssi-
kohde

31

Pituusmitta-
raidetta pitkin

41

Kohtis.
raide

51

Kohtis.
matka

58

Syvyys

66

RE

71 72

U

73

A

74

M T

K KILOMLUKU
P PVLVÄS
E ELEMENTTI
J JÄNNE
M MP-PISTE

RE RETTIN TUNNUS
MU MUOTO 1 SIORA 2 RAIDE
TA TIEDON TARKKUUSLUOKKA